

TREBALL FINAL DE GRAU

MEMÒRIA FINAL

**GRAU EN ADMINISTRACIÓ I DIRECCIÓ D'EMPRESES
CURS 2017-18**

Optimització de mitjanes mòbils

Autor: Adrià Tarroja Caubet

Tutora: Silvia Maria Miquel Fernández

Data: 31 de maig del 2018

Agraïments

Un cop finalitzat el projecte, és el moment d'agrair a totes aquelles persones que han estat al meu costat donant-me el seu suport perquè aquest treball fóra possible.

Vull començar per agrair a la Doctora Silvia Miquel Fernández, membre del Departament de Matemàtica de la Universitat de Lleida, la meva tutora y directora d'aquesta memòria per la confiança dipositada en mi en tot moment, la seva ajuda i assessorament, la col·laboració, l'interès i la motivació brindada per fer aquest treball possible. Vagi per ella el meu sincer agraïment.

D'altra banda vull recordar als meus amics, amigues, companys i companyes, Irene, Núria, Aitor, Kelly, Marta i Joel, que sempre han estat allí assessorant, ajudant i aguantant els maldecaps durant tota la carrera. En especial menció en aquest treball a la companya Raquel Sancho, sense la qual les jornades nocturnes fins ben avançada la matinada no haguessin estat tant productives, ni segurament tant divertides.

Com no pot ser de altra forma, no em puc oblidar en aquestes línies de la meva família, a la meva mare, Nuri, qui m'ha recolzat en tot moment i ha estat capaç de suportar els meus canvis d'humor, i en especial al meu pare, Josep, de qui he tingut l'oportunitat d'obtenir el coneixement de mercats al llarg de tants anys d'aprenentatge al seu costat. Sense aquest coneixement no hagués pogut aprofundir en un tema tant concret com son les mitjanes mòbils. Estic convençut que amb els nostres esforços units, aconseguirem grans fites.

Aquest projecte és més de totes aquestes persones que meu, cada pàgina té una part vostra perquè totes estan dedicades a vosaltres, amics. He après molt de tots al llarg d'aquests anys.

Moltes gràcies!

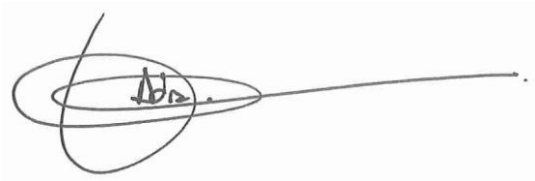
**"The goal is to turn data into information,
and information into insight."
Carly Fiorina, Former CEO of HP**

Declaració d'autoria i originalitat

Declaro que sóc l'autor d'aquest treball. El seu contingut és original i totes les fonts utilitzades han estat degudament citades sense incórrer en frau o plagí.

En cas contrari, conec i accepto les mesures disciplinàries o sancionadores que corresponguin d'acord amb la normativa aplicable.

Lleida, a 31 de maig del 2018



Resum

Les mitjanes mòbils constitueixen una de les eines més utilitzades en l'anàlisi tècnic, l'objectiu del treball és contrastar de forma empírica quines mitjanes es comporten millor i saber en quins valors es poden aplicar aquestes mitjanes.

Es realitza un backtest per tal de comprovar tots els encreuaments de mitjanes en diversos valors per acabar fent una anàlisi dels resultats del sistema. A part d'obtenir les dades dels càlculs, el sistema també presentarà de forma gràfica els resultats.

Es tindran en compte els conceptes de drawdown per controlar el risc, les limitacions que introduïm en el sistema i un benchmark comparatiu. Alhora s'analitzaran els biaixos que puguin haver sigut produïts per una sobreoptimització en el nostre sistema i s'introduiran mesures per corregir aquests biaixos en la mesura que sigui possible.

Paraules clau

Mitjanes mòbils, anàlisi tècnic, optimització, encreuament mitjanes mòbils, backtest, borsa, algorisme, mercats financers.

Índex

| | |
|---|----|
| Abreviatures | 1 |
| 1. Introducció..... | 2 |
| 1.1. Marc conceptual..... | 2 |
| 1.2. Objectiu de l'estudi i motivació | 2 |
| 1.3. Estructura del treball | 3 |
| 2. Preliminars – Glossari | 4 |
| 3. Hipòtesis | 5 |
| 4. Anàlisi tècnic | 6 |
| 5. Mitjanes mòbils | 9 |
| 5.1. La mitjana mòbil simple | 10 |
| 6. Encreuament de mitjanes mòbils | 11 |
| 6.1. Diferents espais temporals | 12 |
| 7. Optimització dels encreuaments de MM | 13 |
| 7.1. Programació del software backtesting | 13 |
| 7.1.1. Metodologia de l'anàlisi | 14 |
| 7.1.1.1. Dades inicials | 14 |
| 7.1.1.2. Processament | 15 |
| 7.1.1.3. Benchmark | 18 |
| 7.1.2. Limitacions | 19 |
| 7.1.3. Restriccions | 19 |
| 7.1.4. Moment d'execució d'ordres | 20 |
| 7.1.5. Gràfics resultants | 20 |
| 7.1.6. Millores futures del sistema..... | 22 |
| 7.2. Valors escollits..... | 23 |
| 7.3. Drawdown..... | 24 |
| 7.3.1. Màxim Drawdown..... | 26 |
| 8. Resultats de l'optimització | 27 |
| 8.1. Grifols (GRF)..... | 28 |
| 8.2. Iberdrola (IBE)..... | 32 |
| 8.3. ArcelorMittal (MTS)..... | 35 |
| 8.4. International Airlines Group (IAG) | 38 |
| 8.5. Banco Santander (SAN)..... | 40 |
| 8.6. Telefónica (TEF)..... | 43 |
| 9. Sobreoptimització..... | 45 |
| 10. Posteriors aplicacions del programari | 46 |
| 11. Conclusions | 46 |
| 12. Bibliografia..... | 50 |
| 13. Annexos | 52 |
| 13.1. Fitxers Excel..... | 52 |
| 13.2. Imatges Resultat de Mitjanes | 52 |
| 13.3. Taules de rang ampliat | 52 |
| 13.3.1. Iberdrola. Anàlisi ampliat MM 1-120vs20-420 | 52 |
| 13.3.2. International Airlines Group. Anàlisi ampliat MM 1-120vs20-420 | 53 |
| 13.4. Figures d'anàlisi tècnic | 55 |

Llistat de taules

| | |
|--|----|
| Taula 1. Millors MM GRF (Grifols). Sèries històriques combinades | 30 |
| Taula 2. Millors MM IBE (Iberdrola). Sèries històriques combinades | 33 |
| Taula 3. Millors MM MTS (ArcelorMittal). Sèries històriques combinades | 36 |
| Taula 4. Millors MM IAG (International Airlines Group). Sèries històriques combinades | 39 |
| Taula 5. Millors MM SAN (Banco Santander). Sèries històriques combinades | 41 |
| Taula 6. Millors MM TEF (Telefónica). Sèries històriques combinades | 44 |
| Taula 7. Millors MM IBE (Iberdrola). Sèries històriques combinades. Segona versió . | 53 |
| Taula 8. Millors MM IAG (International Airlines Group). Sèries històriques combinades. Segona versió | 54 |

Llistat de gràfics

| | |
|---|----|
| Il·lustració 1. Gràfic resultant d'Iberdrola. MM55 vs MM208 | 21 |
| Il·lustració 2. Drowdown exemple | 24 |
| Il·lustració 3. Mitjanes mòbils 1 vs 40. GRF. | 31 |
| Il·lustració 4. Mitjanes mòbils 56 vs 208. IBE | 34 |
| Il·lustració 5. Mitjanes mòbils 1 vs 57. MTS. | 37 |
| Il·lustració 6. Mitjanes mòbils 46 vs 50. IAG. | 40 |
| Il·lustració 7. Mitjanes mòbils 26 vs 45. SAN. | 42 |
| Il·lustració 8. Mitjanes mòbils 1 vs 48. TEF. | 44 |

Abreviatures

MMXX – Mitjanes mòbils, on XX representa el nº de dies sobre el que es calcula.

MMc – Mitjana mòbil curta, en termes generals

MMl – Mitjana mòbil llarga, en termes generals

MDD – Màxim Drawdown

Mkt: Preu o revalorització del valor.

Strgy: Revalorització de l'estratègia d'un conjunt de MM.

API: Application Programming Interface

1. Introducció

1.1.Marc conceptual

Els mercats financers són encara avui dia uns grans desconeguts per la gran part de la població, així i tot, s'han desenvolupat moltes teories al seu voltant, entre elles, es manté el gran debat entre anàlisis tècnic o anàlisis fonamental.

Dins de l'anàlisi tècnic s'han desenvolupat moltes teories, entre elles algunes relacionades amb les mitjanes mòbils. Les mitjanes mòbils són un dels indicadors més utilitzats en l'anàlisi tècnic.

1.2.Objectiu de l'estudi i motivació

La meua motivació des de sempre ha estat l'anàlisi tècnic, ja que permet quantificar els moviments i possibilita treballar en la cerca de patrons, d'aquesta cerca se'n deriva la motivació del meu treball, una aproximació a la recerca i estudi acurat sobre un dels àmbits de l'anàlisi tècnic, les mitjanes mòbils.

Les mitjanes mòbils han estat llargament utilitzades en anàlisi tècnic, cada operador en els mercats té les seves preferències, cada valor s'ajusta millor a unes mitjanes que a unes altres, hi ha manuals d'anàlisi tècnic que concreten quines són les mitjanes més utilitzades, altres que ho deixen a l'experiència de l'operador, la forma en què la majoria decideix quines mitjanes són les que prefereix a estat a força d'observar quines s'adeqüen millor a cada valor una vegada estan projectades en el gràfic.

D'altra banda, sempre he vist com aquestes eines s'utilitzaven des de la visió i experiència dels traders, però sense gaire rigor empíric. El programador que porto dins, sempre s'ha qüestionat si aquesta experiència no podria anar acompanyada d'un sistema més professional, contrastat i més tècnic.

El meu treball per una banda farà surf per totes aquestes aigües però també ens permetrà posar-nos l'escafandre i bussejar en temes importants. Mitjançant la programació creuarem ràpidament grans quantitats de dades i nombroses combinacions de mitjanes, amb l'objectiu d'extreure'n resultats exactes tant de la rendibilitat com del risc suportat, que juntament amb altres mesures ens ajudaran a comparar resultats i extreure'n conclusions.

Penso que la realització d'aquest treball em servirà per ampliar els meus coneixements tant en l'àmbit dels mercats financers com en el de programació, alhora que m'ajudarà a entendre les principals dificultats dels sistemes automàtics de negociació i a trobar respostes a una sèrie de preguntes relacionades amb els diferents criteris emprats pels diferents operadors dels mercats.

1.3.Estructura del treball

Per començar, en el segon capítol, establirem un glossari per tal que el treball pugui ser llegit començant la lectura des de qualsevol punt del document.

Seguidament tercer lloc, plantejarem les principals hipòtesis que s'han presentat en el treball.

En el quart capítol farem una breu introducció a l'anàlisi tècnic, destacant alguns dels instruments més comuns.

En el cinquè capítol definirem àmpliament les mitjanes mòbils amb els seus avantatges i inconvenients, comentarem breument els tipus de mitjanes mòbils que existeixen, per acabar definint les que utilitzarem en la nostra anàlisi, les mitjanes mòbils simples.

En el sisè capítol, veurem com s'utilitzen els encreuaments de les mitjanes mòbils curtes amb les llargues i com poden generar senyals de compra i de venda.

El setè capítol explica el procés seguit per tal d'analitzar tots els encreuaments en totes les sèries temporals, les limitacions que planteja el sistema, els condicionants externs i les restriccions que hem aplicat al sistema. També es comenta el benchmark que s'utilitzarà per a comparar els resultats, l'esquema principal dels gràfics que el sistema genera i finalment possibles millores que podrien aplicar-se al sistema per tal de fer-lo més robust.

Seguidament explicariem quins són els valors escollits i el criteri a seguir. Per finalitzar amb el concepte de DD, la mesura de risc que fem servir en aquesta anàlisi.

En el capítol vuitè analitzarem els resultats que ha generat el sistema, després d'aplicar tots els encreuaments de mitjanes en tots els productes escollits. Els càlculs generats pel sistema al llarg de l'anàlisi dels últims 24 anys han derivat en gran nombre de resultats que tractarem de simplificar i extreure'n informació rellevant.

En el novè introduïrem el concepte de sobreoptimització, tema que s'ha de tenir en compte quan es treballa amb sistemes automàtics, backtesting o optimització.

El desè capítol comenta breument alguns usos o aplicacions que se li pot donar al sistema o a l'eina que ha realitzat els càlculs.

En el onzè capítol extraurem les conclusions de l'anàlisi, també de les hipòtesis formulades, i de la utilització del mètode de backtesting en sèries històriques.

Seguidament inclourem la bibliografia utilitzada en estil APA.

Finalment els annexos, molts d'ells seran externs al document actual, però són d'especial rellevància si es volen contrastar les dades.

2. Preliminars – Glossari

Per tal de poder parlar en un mateix llenguatge tota l'estona, establiré un glossari de termes per tal que sigui més fàcil la comprensió del text:

Curts, Short, “estar curts”: Pràctica en què els inversors realitzen una venda de valors financers, que han estat presos en préstec d'un tercer (generalment un broker), amb la intenció de comprar idèntics valors en una data posterior per retornar-los a aquest tercer. L'inversor guanyarà diners si es produeix una baixada del preu, en canvi en perdrà si es produeix un increment de preu. Primer es realitza una venda i després una compra. Per a més informació sobre aquest tema hi ha un vídeo¹ de Xavier Sala i Martin que explica el funcionament i un post² al web de rankia.com que també aporta més informació.

Llargs, Long, “estar llarg”: Pràctica en què els inversors realitzen una compra de valors financers, que poden haver estat presos en préstec d'un tercer (generalment un broker) o no, amb la intenció de vendre idèntics valors en una data posterior per retornar-los a aquest tercer. L'inversor guanyarà diners si es produeix un increment del preu, en canvi en perdrà si es produeix davallada del preu. Primer es realitza una compra i després una venda.

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=0ynzJSbYrpw>

² <https://www.rankia.com/blog/bolsa-desde-cero/3339671-como-por-que-tomar-posiciones-cortas-bolsa>

Backtesting: És el procés de testejar una estratègia de trading abans d'emprar-la, permet a l'usuari conèixer si l'aproximació que està utilitzant és correcta. Aquesta tàctica s'ha de fer independentment del que vulguem negociar, ja sigui en el mercat d'índexs borsaris, matèries primeres o divises. Es tracta de veure pausadament què hauria passat si haguéssim actuat de determinada manera per comprovar que en un futur l'estratègia (sistema de trading) emprada funcioni. D'aquesta manera caldria simular condicions passades amb el detall suficient.

Benchmark: És una referència que s'usa per fer comparacions. En l'àmbit financer, qualsevol índex que es prengui com a referència per valorar l'eficiència en la gestió d'una cartera, és un benchmark. Per exemple, per a una cartera invertida en renda variable espanyola, el benchmark més freqüent és l'Ibex-35, i una bona gestió consistiria a superar la revaloració de l'índex o a perdre menys que la seva devaluació.

Valor: Qualsevol producte financer amb el qual podem fer compres i vendes en els mercats. S'inclouen els índexs (IBEX35, DAX30,...), les accions, futurs i contractes per diferència entre altres.

Tendència: El rumb que pren un valor. Ampliat en el punt Anàlisis tècnic.

Drawdown: Mesura de risc per avaluar el risc suportat pel nostre sistema a través de mirar el retrocés que ha experimentat respecte a l'últim màxim conegut. El subapartat "Drawdown" desenvolupa aquest terme.

Soroll: Comportaments del preu erràtics, i que responen a l'excitació dels participants al mercat. Moviments dels valors en períodes determinats, però que no afecten la seva tendència real.

3. Hipòtesis

Les diferents hipòtesis que es plantegen en aquest treball són les següents:

H_0 : Hi ha una mitjana ideal.

H_0 : Podem trobar una mitjana que s'adapti millor a qualsevol espai temporal d'un valor.

H₀: Les mitjanes 4, 18, 40 (triple encreuament), 5, 9, 10, 20, 40, 50, 100, 200 són força utilitzades i per tant haurien de tenir bon rendiment.

4. Anàlisi tècnic

Els inversors de borsa utilitzen dues visions diferenciades per decidir quan invertir i quan no: l'anàlisi fonamental basat en les notícies i l'anàlisi tècnic basat en l'evolució dels preus i volums.

Cada dia milions d'operadors concorren als mercats de capitals on es creuen de forma anònima ordres de compra i de venda. A grans trets podem classificar les estratègies d'inversió emprades per operar als mercats de capitals en dos grans grups, les de gestió passiva i les de gestió activa. Les primeres són també conegudes com a estratègies de buy and hold, i són amb les quals es pretén obtenir una rendibilitat similar a la del mercat. No obstant això, amb les estratègies de gestió activa es persegueix batre al mercat, és a dir, obtenir rendibilitats superiors a la mitjana.

Cada operador es val dels seus propis mètodes i estratègies. Cada mètode té, com és lògic, els seus detractors i defensors, i per tant, una àmplia literatura relacionada amb cada mètode. L'anàlisi tècnic és una de les eines amb les quals l'operador pot valer-se per intentar batre el mercat. El fonament de tal forma d'operar és que amb els preus del passat es pot predir el seu comportament futur, ja que l'economia es cíclica i utilitzem la psicologia de massa, la qual diu que seguir uns patrons de comportament recognoscibles i repetitius permeten a l'inversor avançar-se al moviment.

En l'anàlisi tècnic se suposen tres conceptes principals: En primer lloc que "El mercat és eficient", el preu de mercat de l'instrument financer assimila i pren en consideració tota la informació disponible al mercat. En segon lloc, "El preu es mou en tendències", la trajectòria del preu de mercat d'un instrument financer es mou en tendències les quals es mantenen fins que no succeeixi un esdeveniment prou fort per a fer-la canviar. Finalment el tercer concepte és el que diu "La història es repeteix", l'evolució del preu d'un instrument financer inclou i assimila les expectatives i estats emocionals d'aquells que operen en els mercats.

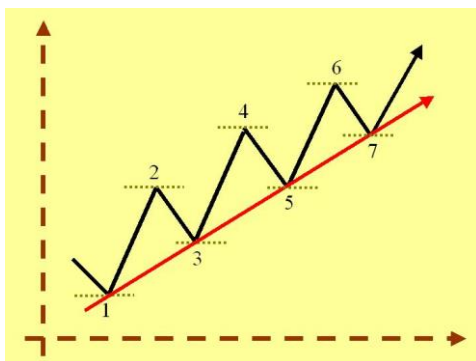
L'objectiu d'aquest projecte és mitjançant programació, analitzar de forma ràpida el rendiment i alguns indicadors de risc de diferents valors. S'utilitza backtesting per provar totes les combinacions de mitjanes definides prèviament i es compararan amb el resultat d'altres mitjanes i amb el benchmark per tal d'esser capaç de trobar les mitjanes que millor s'adaptin a cada valor i que, per tant, maximitzin el resultat de l'estratègia.

Les principals eines que s'utilitzen en l'anàlisi tècnic són:

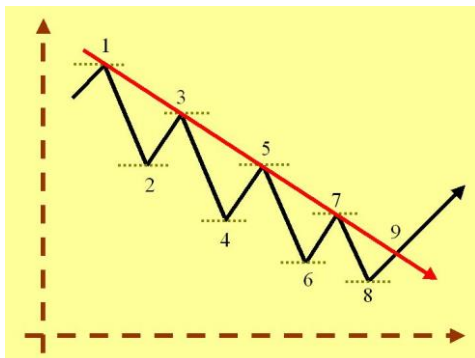
- **Suports i resistències:** Un suport és un nivell de preu per sota de l'actual, on s'espera que la força de compra superi a la de venda, per la qual cosa un impuls a la baixa es veurà frenat i per tant el preu repuntarà. Normalment, un suport correspon a un mínim aconseguït anteriorment i testat un mínim de dos cops.

Una resistència és el concepte oposat a un suport. És un preu per sobre de l'actual, la força de venda superarà a la de compra, posant fi a l'impuls alcista, i per tant el preu retrocedirà. Les resistències s'identifiquen comunament en una gràfica com a màxims anteriors aconseguïts per la cotització, on almenys en dues ocasions el preu hagi parat.

- **Línies de tendència:** La tendència és simplement el rumb del mercat. Però cal tenir una definició més precisa per poder treballar. És important entendre que els mercats no es mouen en línia recta en cap direcció. Els moviments en els preus es caracteritzen per un moviment zig-zag. Aquests tocs tenen aspecte d'ones successives amb les seves respectives crestes i valls. El rumb d'aquestes crestes i valls és el que constitueix la tendència del mercat, ja sigui quan aquests becs i valls vagin a l'alça, a la baixa o tinguin un moviment lateral.



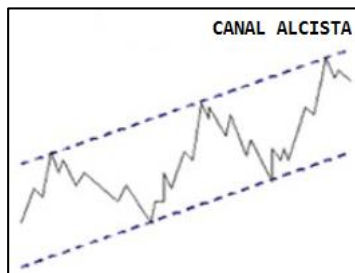
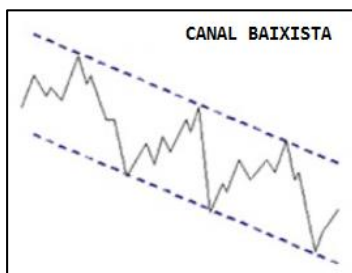
Els punts 1 i 3 permeten traçar una línia de tendència inicial. La confirmació del punt 5 la converteix en una línia de tendència vàlida, que permet identificar la tendència del valor. Aquest cas és una tendència alcista.



Els punts 1 i 3 permeten proposar una línia de tendència inicial. El punt 5 confirma una línia de tendència vàlida, que permet identificar-la, en aquest cas es tracta d'una tendència baixista. El punt 9 és indicatiu que la tendència a la baixa està acabant, generant per tant un senyal de compra.

L'últim dels tres tipus de tendències correspon a la lateral, es produeix quan no trobem una seqüència clara entre els màxims i els mínims.

- Canals:** Es produeixen quan la cotització d'un valor es mou de forma que tota l'estona es troba tocant la mateixa resistència i el mateix suport. Les dues línies de suport i resistència constitueixen un canal, sobre el que cada cop que toqui la zona de suport té moltes probabilitats que el preu es dirigeixi a la zona de resistència. Aquests canals poden ser alcistes, baixistes o laterals.



Tant en els canals alcistes com en els baixistes l'estratègia que ens indica l'anàlisi tècnic és realitzar

compres en el moment que el preu toca nivells de la línia inferior (suports) i desfer posicions o adoptar posicions curtes quan el preu toca la línia superior (resistències).

- Retrocessos percentuals:** A tot impuls li correspon una reacció. Els mercats necessiten pauses i correccions per seguir avançant; de manera que a un fort moviment en una direcció li sol succeir un altre en la direcció contrària. Segons la profunditat de la reacció o de la reculada, es podran treure unes o altres conclusions de cara a prendre posicions, preveure el següent avanç i analitzar la força del moviment.

Segons les diverses teories, hi ha diversos nivells a tenir en compte, encara que totes coincideixen en la importància de la reculada del 50%. La teoria de Dow fa esment als nivells de reculada de 33%, 50% i 66%. La teoria de Fibonacci atén principalment als nivells de 23,60%, 38,20%, 50% i 61,80. Gann establí els nivells de correcció en vuitens, destacant la importància de les reculades de $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$ i $\frac{5}{8}$, corresponents al 38%, 50% i 62%, i atorgant també rellevància a $\frac{1}{3}$ i $\frac{2}{3}$, és a dir, al 33 i al 66%.

- Mitjanes Mòbils, s'explica en el capítol següent.
- Oscil·ladors: Els oscil·ladors són models matemàtics aplicats al preu amb un gran valor anticipatori, basats en alguna observació específica sobre el comportament del mercat. Se solen dibuixar per sota del gràfic de cotitzacions i mesuren la fortalesa de les tendències o moviments en el preu. Hi ha una enorme quantitat d'oscil·ladors, de manera que fins i tot cadascú es pot construir el seu propi oscil·lador, per així mesurar l'aspecte del mercat que més li interessi.
- Altres figures: Com les que es poden trobar en la taula annexada, cortesia de cosasdedinero.com

5. Mitjanes mòbils

Aquesta eina ha existit des de fa molt temps, ja que s'esmenta en els llibres de començaments del segle XX i es creu que les persones l'han usat fins i tot des d'abans d'aquest període. Les mitjanes mòbils aplanen els preus d'un període de temps determinat, és a dir, creen una mitjana dels preus per a un nombre donat de dies o períodes. Els preus per damunt o sota la mitjana poden donar pistes sobre la tendència futura del mercat. Generalment s'usa més d'una línia i cadascuna d'elles es calcula amb base a períodes diferents. Una línia ràpida té un nombre menor de períodes (per exemple, 8 dies), mentre que una línia lenta té un nombre major de períodes (34 dies per exemple).

Les mitjanes mòbils s'utilitzen amb la intenció de seguir una tendència, el propòsit és saber o indicar que ha començat una tendència nova o que una vella ha finalitzat. La limitació de les mitjanes mòbils recau en el fet que no pronostica l'acció del mercat simplement l'acompanya. La mitjana mòbil és un seguidor, no un líder.

La mitjana mòbil és un mecanisme que suavitza, agafant part de la informació dels preus produeix una línia més suau, facilitant el visionament de la tendència. Per naturalesa, la línia de la mitjana mòbil va per darrera del moviment de mercat. Una mitja curta de 30 dies, s'atansarà més al moviment del preu que una de 150 dies.

Segons el tipus de mercat en el qual ens trobem serà millor la utilització de mitjanes més curtes i altres de més llargues. Aquesta és la principal premissa d'aquest treball.

La forma més usual de calcular la mitjana en els mercats financers és a partir del preu de tancament, però també es poden utilitzar altres tenint en compte el preu màxim o mínim de la jornada, altres fan el preu mitjà entre el preu d'inici i el de tancament.

La mitjana mòbil exponencial, a diferència de la mitjana mòbil simple, atorga més importància a les dades més recents, de manera que els inversors poden identificar els canvis de tendència més ràpidament que amb la mitjana mòbil simple.

La mitjana mòbil ponderada assigna major pes a les dades més recents i menys a les dades passades.

La mitjana mòbil de volum assigna major pes i ponderació a les dades en els quals el volum és major.

La mitjana mòbil variable és igual que una mitjana mòbil exponencial excepte que en la primera els valors de la mitjana s'ajusten automàticament i constantment depenent de la volatilitat de les dades preses en la distribució. Així doncs, com més gran sigui la volatilitat de la sèrie, major serà el pes que se'ls donarà a les dades més recents.

En el cas dels mercats amb tendència lateral, les mitjanes acostumen a tenir moviments molt erronis perquè les dues mitjanes obtenen valors molt similars i al mínim moviment produeixen un senyal de compra o venda.

5.1.La mitjana mòbil simple

És la més usada per la majoria d'analistes tècnics, però hi ha detractors que es basen en dos punts principalment: pondera igual cada dia.

La mitjana mòbil simple s'obté amb la mitjana simple dels preus de tancament dels N períodes anteriors, és a dir, sumant els preus de N períodes i dividint aquesta suma per N. La fórmula utilitzada es detalla a l'apartat Processament.

Alguns operadors utilitzen únicament una mitjana per generar senyals d'entrada i de sortida, la mitjana es representa sobre el gràfic en el mateix dia, quan el preu de tancament creua per damunt de la mitjana mòbil es produeix un senyal d'entrada (compra), quan això succeeix en la direcció contrària, es produeix senyal de venda.

Si s'usa una mitjana mòbil molt curta, la mitjana segueix al preu molt de prop però també se succeeixen molts encreuaments que es poden traduir en uns costos majors de comissions, d'altra banda també es produeixen molts senyals falsos.

Encara que la mitjana curta dona senyals errònies, té l'avantatge que dona els senyals de tendència abans i és lògic que quan més sensible sigui, abans apareguin els senyals. La part interessant es troba en cercar l'equilibri perquè sigui suficientment sensible per generar senyals ràpids abans que el mercat canviï de direcció i que sigui capaç d'evitar el soroll.

Alguns analistes la utilitzen per identificar la tendència en la qual es troben, d'altres fan actuar les mitjanes com suports i resistències sobre les quals el preu s'atura per seguir en la tendència principal.

6. Encreuament de mitjanes mòbils

Una mitjana mòbil llarga per seguir la tendència del mercat a llarg termini, i una altra mitjana mòbil curta per detectar moviments a curt termini.

Un sistema molt utilitzat és el denominat "mètode del doble encreuament" que també assenyalava els moments de compra o de venda. El mètode és el següent:

Senyal de Compra: Es produeix quan la mitjana mòbil curta travessa des de baix cap amunt a la mitjana mòbil llarga. Es liquidaran les posicions quan la curta ja no es trobi per sobre de la llarga.

Senyal de Venda: Es produeix quan la mitjana mòbil curta travessa des de dalt cap avall a la mitjana mòbil llarga. Es liquidaran les posicions quan la curta ja no es trobi per davall de la llarga.

Aquest mètode pot retardar l'entrada o sortida del mercat, però redueix de manera notable el nombre de senyals falsos que poden produir-se.

També veurem com a fi d'optimitzar el sistema que utilitza una sola mitjana per crear els senyals de compra i venda, es valora tenir una mitja d'un dia, per la qual cosa significa que aquesta mitjana tindrà el mateix moviment que el preu i la mitjana contra la qual es creua serà l'única. De tal forma que si el sistema analitza els encreuaments i detecta que la MM1 vs la MM50 és una de les que més rendiment obté, voldrà dir que en aquest valor és millor utilitzar solament la mitjana de 50 contra el preu per decidir els punts d'entrada i sortida. D'aquesta forma eliminem la discussió sobre si és millor utilitzar l'encreuament del preu amb una mitjana o bé, l'encreuament de dues mitjanes.

L'encreuament de mitjanes ens ajudarà a minimitzar l'impacte d'una de les restriccions que es mencionen en l'apartat Limitacions. El fet de no utilitzar mitjanes ni exponencials ni ponderades, serà compensat amb la comparació de mitjanes curtes amb llargues, ja que les curtes actuaran com una mitja exponencial, adaptant-se més ràpidament al mercat. Òbviament no eliminarà totalment la limitació, però ens ajuda a minimitzar el possible impacte de la comparativa.

6.1.Diferents espais temporals

Degut que per un inversor no és rellevant el que hagi pogut passar en els últims 30 anys, s'ha d'analitzar els casos en què l'inversor entra en diferents moments de la vida del producte, així doncs, caldria repetir l'anàlisi en diferents espais temporals, és a dir, les millors mitjanes d'un valor en els últims 24 anys, posteriorment en els últims 20 anys, 10 anys, 5 anys i 3 anys, a fi efecte de ficar d'adequar els espais temporals a les diferents operatives en què pugui estar pensant un inversor. Aquests mateixos espais temporals que he utilitzat, són els utilitzats per Morningstar quan dóna dades sobre diferents mesures de rendiment i riscos.

Un cop fets els càlculs de les millors mitjanes en els diferents espais temporals, el que toca fer és buscar una forma de resumir tota aquesta informació. En el meu cas he optat per fer mitjanes de les dades dels retorns, dels MDD, el nombre d'operacions i dels retorns del mercat. En comptes de fer una mitjana es podria fer d'altres formes, alguna d'elles seria ponderar més l'espai temporal a curt termini (3 i 5 anys), ja que és poc probable que es torni a donar una bombolla o una crisi en pocs anys. Com que aquests raonaments corresponen més a un àmbit d'anàlisi fonamental i tindriem molts arguments en contra i a favor per discutir sobre si és millor prevaldre els resultats més històrics o els més actuals, utilitzant la mitjana de les dades no ens indicarà unes xifres reals, sinó només uns valors per comparar les mitjanes.

7. Optimització dels encreuaments de MM

L'optimització permet que els paràmetres tècnics s'adaptin a les condicions canviants del mercat. L'optimització es podria realitzar sobre molts indicadors tècnics, en el nostre cas ho realitzarem sobre les mitjanes mòbils simples.

Hi ha qui diu que l'optimització ajuda a millorar els resultats de les operacions i qui diu el contrari. La qüestió en què molts estan d'acord és que s'ha d'intentar tractar la informació de la millor forma.

John J. Murphy en el seu llibre “Análisis técnico de los mercados financieros” aconsella que els professionals que treballen en valors o mercats concrets, experimentin amb l'optimització.

Quan se segueixen molts valors és difícil optimitzar, perquè tota optimització després de ser generada requereix una supervisió tant abans com després de posar-la en pràctica, els operadors que segueixen molts mercats no poden permetre's una anàlisi tan profunda.

7.1. Programació del software backtesting

La revisió de la prova es realitza amb més freqüència per als indicadors tècnics, però es pot aplicar a la majoria d'estratègies d'inversió (p. ex., Anàlisi fonamental). Tot i que els sistemes de backtesting es feien a mà, solen fer-se en accions seleccionades per humans i, per tant, era propens a un coneixement previ en la selecció dels valors. Amb l'avenç de la informàtica, es pot realitzar un backtesting en sèries de dades històriques senceres en molt poc temps.

L'ús d'ordinadors té els seus inconvenients, limitant-se als algorismes que pot realitzar un ordinador. Diverses estratègies de trading es basen en la interpretació humana, i no són adequades per al processament informàtic. Només es poden programar indicadors tècnics si són totalment algorítmics que permetin la comprovació automatitzada. En els darrers anys, s'està començant a utilitzar algorismes d'aprenentatge del comportament humà per tal de cobrir aquest punt.

En el meu cas he utilitzat el llenguatge Python, concretament en la versió 2.7.6 combinant juntament amb llibreries com Pandas (manipulació i anàlisi de dades), Numpy (suport per a vectors i matrius, constituint una biblioteca de funcions matemàtiques d'alt nivell per operar amb aquests vectors o matrius.) i Matplotlib (generació de gràfics a partir de dades provinents de llistes o arrays).

L'extracció de dades ha estat mitjançant l'API de Yahoo Finance, que n'extreu les dades diàries d'alguns valors, entre ells, els components de l'Ibex-35.

7.1.1. Metodologia de l'anàlisi

7.1.1.1. Dades inicials

Les dades que s'utilitzen per a l'anàlisi són recollides al tancament del mercat. Aquestes dades es recullen de fonts considerades fiables (Yahoo Finance) tot i que podrien no ser veraces o contenir errors, per tot això l'autor rebutja qualsevol responsabilitat, tant per les dades contingudes en la present informació, com per l'ús que se li doni a aquesta. Els nivells estan referenciats a valors cotitzats a l'Ibex-35 però no podem garantir la validesa completa de les dades, per això els nivells poden diferir lleugerament.

Per regla general els sistemes continus tenen una debilitat i és que sempre estan en el mercat i obtenen senyals errònies durant moments en què el mercat no té tendència.

Les dades per a processar en un inici consten de tres columnes:

- Date
- Open: Preu al moment d'inici de l'horari del mercat on cotitzi l'acció/valor.
- Close: Preu al moment de finalització de l'horari del mercat on cotitzi l'acció/valor.

7.1.1.2. Processament

Encara que les columnes de l'Excel "Resultats..." estan en un cert ordre, aquest no correspon a la lògica dels càlculs, per la qual cosa aniré explicant les columnes en l'ordre correcte.

La mitjana curta o llarga es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$MM_t(n) = n^{-1} \sum_{i=0}^{n-1} P_{t-i}$$

Consisteix a realitzar una mitjana proporcional de n observacions mòbil en el temps, és a dir, prendre mitjanes successives d'un conjunt de valors el nombre dels quals es manté constant durant el procés de càlcul. La mitjana mòbil simple considera totes les sessions de la mateixa manera, cosa que fa que es retardin els senyals que avisen de possibles canvis de tendència. Aquest tipus de mitjana només té en compte les dades del període que cobreix, no entrant en el seu còmput cap dada o coeficient ponderat que reculli dades passades.

mmc: Calcula la mitjana curta que s'estigui processant en aquell moment mitjançant la fórmula de la MM simple. Com veiem no apareixen dades fins que no han passat n períodes.

mmL: Calcula la mitjana llarga que s'estigui processant en aquell moment mitjançant la fórmula de la MM simple. Com veiem no apareixen dades fins que no han passat n períodes.

mmd: $mmd = mmc - mmL$, ens servirà per saber si la MM curta està per damunt o per davall de la llarga.

Position: si el valor de la mmd és negatiu, Position obtindrà -1. Si el valor de mmd és positiu, Position obtindrà +1. D'aquesta forma, quan estigui a -1 significarà que adoptem o estem en posicions curtes i quan estigui en 1 significarà que adoptem o estem en posicions llargues.

Trades: cada vegada que detecta que Position fa un canvi entre els valors 0, 1 i -1, trades passa a tenir el valor d'1, en cas de no detectar canvi de position es manté a 0.

Tradescumsum: recull del sumatori de **trades** que es produeixen. Si li apliquem la fórmula $(n*2)-1$ al resultat obtindrem el nombre d'operacions realitzades.

Position2: Degut que **Position** detecta els primers 3 canvis (**trades**) que són errònies (perquè el sistema encara no ha calculat ambdues mitjanes i no ha produït un encreuament) es torna a generar un nou **Position2** però sense els primers 3 resultats de **position**.

marketof: Com que els primers 3 canvis de **position** són errònies, s'opta per crear una variable que ens senyalarà 0 quan no estiguem en el mercat i 1 quan estiguem dins de mercat, sigui en la direcció que sigui que estem.

closeon: Es dona el preu de tancament en els casos en què **marketof** és igual a 1. Ens servirà per calcular el retorn de l'estratègia buy and hold.

drowdown: Calcula el DD del mercat des del moment en què es creuen les mitjanes (**marketof=1**).

Market Returns= $\log(\text{close}/\text{close}-1)*\text{marketof}$. Calcula el retorn del mercat des del moment que podem començar a operar. En multiplicar el resultat del logaritme per **marketof** que en alguns casos és 0, farà que només ho calculem des del que estem realment dins del mercat.

En els darrers dies a la finalització del treball s'ha detectat un error de concepte en el punt aquest, el retorn de mercat o benchmark, ha de calcular la variació entre el moment d'entrada i el moment de sortida, no pas el sumatori de variacions diàries com aquest càlcul exposat fa. Per tant, degut que per qüestions de temps no es pot corregir el càlcul del programa i tornar a realitzar totes les anàlisis, les taules i els gràfics contenen aquest error, però als textos de les anàlisis de resultats i les conclusions són correctes, ja que s'ha optat per fer el càlcul manual.

Market Returns op= $\log(\text{close}/\text{open})*\text{marketof}$. Ho calculem per poder agafar les dades de la variació fins al moment de l'operació (Vegueu apartat Moment de l'operació)

MktReturns: fa un sumatori acumulatiu del **Market Returns** que es porta fins a la data actual.

$Strategyclose = Market\ Returns * Position(t-1)$. Multipliquem la variació del preu de la jornada per la posició, per tant:

Si el retorn del mercat aquella jornada és positiu i estem llargs ($Position=1$), el resultat serà positiu, ja que hem encertat la posició.

Si el retorn del mercat aquella jornada és negatiu i estem llargs ($Position=1$), el resultat serà negatiu, ja que no hem encertat la posició.

Si el retorn del mercat aquella jornada és positiu i estem curts ($Position=0$), el resultat serà positiu, ja que no hem encertat la posició.

Si el retorn del mercat aquella jornada és negatiu i estem curts ($Position=0$), el resultat serà negatiu, ja que hem encertat la posició.

Una opció millor seria generar un nou fitxer on s'anotessin totes les ordres d'entrada i de sortida i finalment el càlcul dels guanys i les pèrdues. En l'estructura programada actualment aquest canvi és difícil d'implementar. Doncs tampoc crec que utilitzant aquest altre mètode, en resultin mitjanes diferents, al cap i a la fi, estem comparant les mitjanes amb els mateixos criteris en tots els casos. El nostre objectiu no és saber exactament quin serà el resultat de l'estratègia, sinó més bé analitzar quines han estat les millors alternatives, així com observar aquells detalls que cal tenir en compte quan parlem d'optimització.

$Strategyopen = Market\ Returns_{op} * Position(t-1)$. Multipliquem la variació del preu del temps transcorregut fins al moment d'execució d'operacions (obertura de mercat), aquesta dada només l'utilitzarem en el cas que hi hagi una operació, doncs haurem de calcular el temps transcorregut fins al moment d'execució.

Strategy: selecciona si agafar el valor de `strategyopen` (si s'ha produït un trade) o bé el de `strategyclose` (si no s'ha produït un trade).

Strategycumsum: El sumatori de la variable `Strategy`

Strategycumsumnum: És una part del càlcul per determinar quin és el màxim assolit.

Drowdownstrategy: Calcula el drawdown de l'estratègia seguida mitjançant la fórmula següent:

$$DDn = ((P_n / \text{Max}(P)) - 1$$

on n és el període actual i es compara amb el màxim preu de tancament assolit pel valor en cas que estiguem calculant el DD del mercat (drowdown) o bé en el cas que calculem el DD de la nostra estratègia (drowdownstrtg).

El sistema un cop té les dades del valor, estableix una iteració per diferents franges temporals (24 anys, 20 anys, 10 anys, 5 anys, 3 anys) en què un cop acabat l'anàlisi uneix en un sol fitxer i genera una fulla afegida d'Excel anomenada "Merging" on realitza una mitjana de les mitjanes que han donat a cada espai temporal.

Seguidament itera totes les combinacions de mitjanes, de curtes tenim un rang de [1,60] contra unes mitjanes llargues en un rang de [40,420]. Això produeix 22210 encreuaments de mitjanes, ja que si una mitja és més llarga que una curta o igual, no es realitza cap càlcul.

És un sistema continu per naturalesa, l'operador sempre té una posició, sigui llarga o curta.

Al sistema se li podria demanar els excels de cada encreuament de mitjanes per tal de comprovar matemàticament que els resultats són correctes, també es podria generar el gràfic resultat de cada mitja que comprova el sistema però la generació d'aquests fitxers, sobretot el gràfic genera un increment de temps al sistema que fa impossible calcular, almenys amb els recursos dels quals dispo, tots els gràfics de les mitjanes. De tal forma que s'opta per generar els gràfics de les 3 millors mitjanes que el sistema detecti.

7.1.1.3. Benchmark

Com bé diu en el glossari el benchmark és una eina de comparació, degut que la nostra missió no és realitzar una cartera diversificada sinó poder comparar els resultats del sistema en cada parella de mitjanes, el benchmark que usarem serà el propi retorn del mercat.

Podríem fer una comparació força bàsica, seria com posar dues persones a negociar, una d'elles començaria a comprar i a vendre segons els senyals que digui el sistema, la segona persona compraria el valor quan la primera realitza la primera operació i aquesta segona persona ja no faria cap operació.

D'aquesta forma la cartera de la primera persona reflectiria el resultat que s'obté seguint els encreuaments d'una parella de mitjanes, la segona persona serviria per saber si l'estratègia de la primera és millor del que podria aconseguir la segona solament havent comprat aquell valor.

7.1.2. Limitacions

En aquest estudi no s'analitzarà el cost que té cada operació en el resultat, tampoc s'analitzarà la fiscalitat dels guanys obtinguts amb el sistema, certament ambdós tenen una gran importància, ja que la finalitat és merament comparativa entre mitjanes mòbils. Alhora, en creuar les dades amb altres espais temporals, el retorn s'acaba convertint en un nombre merament comparatiu, sense valor. Per cobrir una mica aquesta limitació a l'hora de no poder analitzar el cost, s'ha introduït una variable que calcula el nombre d'operacions (trades) que el sistema ha generat, amb la intenció de comparar mitjanes mitjançant els costos que haguessin pogut generar. En el cas de la fiscalitat seria realment complicat, ja que existeixen molts vehicles d'inversió i cada país té una fiscalitat diferent.

Alhora no es tindran en compte els dividendes, ja que no formen part del que els analistes tècnics miren, les mitjanes mòbils van amb el preu.

D'altra banda el fet de no comparar-ho amb les mitjanes mòbils exponencials o les ponderades ens limita l'anàlisi.

Tot i que estem analitzant el comportament d'accions, el vehicle d'inversió que s'hauria d'utilitzar seria algun derivat (futurs, contractes per diferències) per tal que ens permeti utilitzar posicions curtes. Si ho volguéssim fer estrictament amb accions, pocs brokers permeten aquest tipus d'operativa (curts en accions) i els pocs que ho permeten, no ho fan sobre totes les accions. Si volem utilitzar els encreuaments en accions, molt probablement només podríem aprofitar els encreuaments que ens indiquin punts de compra i la liquidació de les posicions.

7.1.3. Restriccions

El conjunt de mitjanes que es fan servir són un rang d'1-60 per les mitjanes mòbils curtes creuades amb un rang de 40-420 per les mitjanes mòbils llargues. Produint un total de 22.210 resultats, on cada resultat és l'anàlisi dels últims 24, 20, 10, 5 o 3 anys utilitzant l'encreuament d'aquelles dues mitjanes.

Encara que la restricció general ha donat com a resultat bones mitjanes, en un parell de les accions escollides (IBE i IAG) s'ha ampliat els rangs de mitjanes. De MM curtes s'ha contrastat un rang d'1-120 i llargues 20-240 per eliminar possibles biaixos que es justifiquen en l'apartat de l'anàlisi del resultat d'aquestes dues accions.

7.1.4. Moment d'execució d'ordres

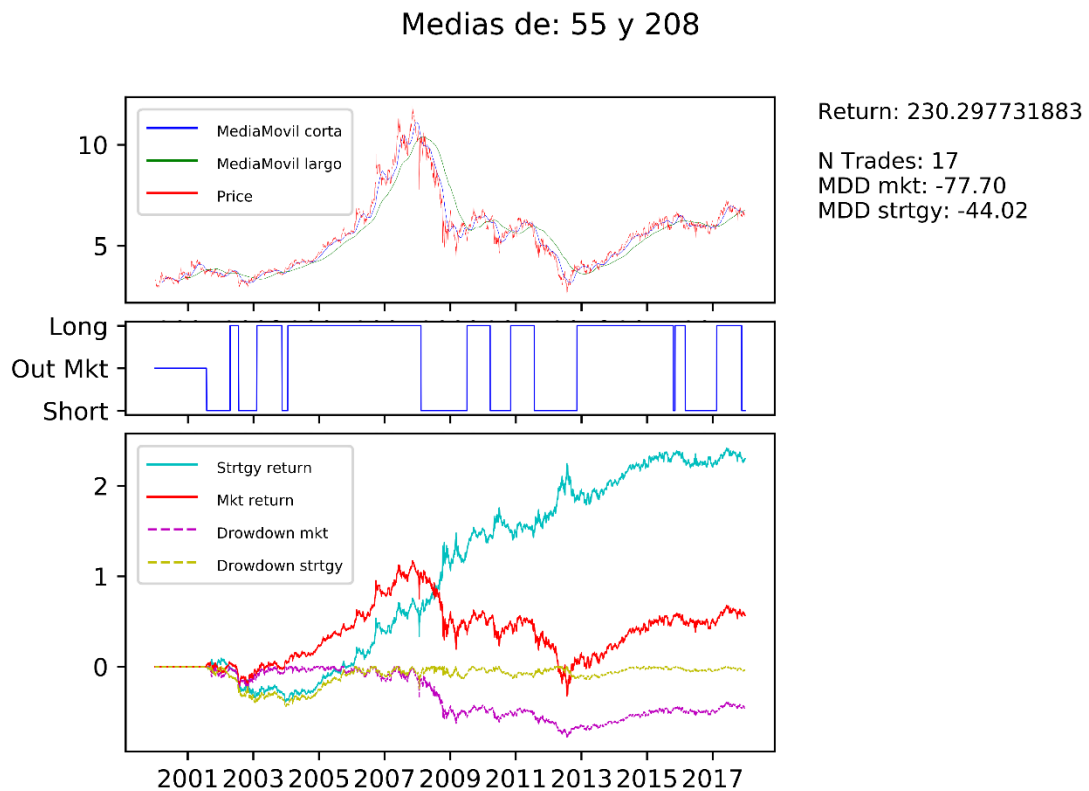
Les ordres no poden ser executades fins que el sistema no produeix un senyal, vist que aquest sistema si es posés en pràctica, faria les anàlisis de forma nocturna, la introducció d'ordres s'hauria de produir l'endemà, per tant el programa realitza l'operació de liquidació de les posicions adoptades prèviament en l'obertura del mercat del següent dia. Aquesta operació, algunes de les vegades podria no ser correcta si la variació del preu en el moment de l'obertura del mercat és molt forta i per tant es troba en una situació d'alta volatilitat.

Així com els tancaments es produeixen a l'obertura de l'endemà, el sistema fa les operacions de compra o venda inicials en el moment previ al tancament de l'endemà.

7.1.5. Gràfics resultants

El gràfic que genera el sistema de les mitjanes és el que es mostra a continuació, es genera a partir l'encreuament de les mitjanes d'un valor en concret i el podem diferenciar en 4 apartats:

Il·lustració 1. Gràfic resultant d'Iberdrola. MM55 vs MM208.



En el primer dels requadres, tenim representat el preu del valor en la línia roja, en aquest cas Iberdrola on la seva cotització s'ha mogut dins d'un rang entre 2,5€ i 12€. Les línies blaves i verdes representen com indica la llegenda la mitjana curta o llarga (la que s'adapta més tard) del preu del valor.

Quan la blava creua per damunt de la verda el sistema produeix una liquidació de les vendes i una compra. A l'inrevés, quan creua per sota es liquiden les compres que s'han fet en el passat i es fa una venda del valor.

En la zona central trobem el segon requadre, on apareix una línia blava, que es va movent entre els esglaons Long, Out Mkt, i Short. Aquesta representa la posició (Position2) de la nostra operativa en cada moment. Quan la línia blava del segon requadre se situa a l'extrem Long es troba llarg (posicions compradores) i quan se situa a l'extrem Short és perquè tenim posicions venedores.

En els primers moments del gràfic la línia apareix al centre, en la posició Out Mkt, pel simple fet que fins que no ha passat el temps suficient per calcular les dues mitjanes en qüestió i fins que no s'ha produït un encreuament no tenim cap senyal de compra o venda.

Les línies verticals del gràfic es produeixen perquè hi ha hagut un encreuament de mitjanes i el sistema detecta que ha de passar a la posició contrària. Aquestes barres alhora representen les operacions que s'han realitzat, cada barra representa dues operacions, una de tancament de posicions de les anteriors i una d'obertura de noves posicions en la direcció contrària.

En el tercer requadre, on es representen 4 línies podem observar diverses coses:

La línia turquesa representa el guany al llarg del temps del nostre sistema d'encreuament de mitjanes. Quan el sistema realitza la compra o venda d'un valor i prediu correctament perquè el preu va en aquella direcció, el nostre sistema guanya. Una comparació encertada seria com si una persona confiés cegament en aquest sistema posés en pràctica unes mitjanes en concret.

La línia vermella representa el que ha fet el mercat en el període. Representa la variació del preu de l'acció en el mateix període en què ha començat a poder operar el sistema

Cal adonar-se d'un detall, els gràfics no comencen fins des de l'inici, això és degut a causa del mateix motiu que es comenta unes línies més amunt quan es parla de la posició central de Out Mkt, no hi ha hagut cap encreuament.

La línia ocre i lila representa el DD de l'estratègia i del mercat respectivament. Aquest punt està ampliat en el punt 7.3.

Finalment a la dreta del gràfic podem trobar un resum de la informació rellevant com el return (rendiment generat per aquesta estratègia), el Return Mkt (rendiment generat per l'estratègia buy and hold), els ntrades que si els multipliquem per 2 i restem 1 $(n*2)-1$ obtenim el nombre d'operacions realitzades pel sistema i finalment els dos MDD tant del mercat com de l'estratègia.

7.1.6. Millores futures del sistema

El projecte té bastants punts pels quals pot ser ampliat en un futur, alguns dels quals ja han estat esmentats al llarg del projecte. En aquest apartat es resumiran els més importants.

- Incorporació de més i millors mesures de risc.

- Inclusió d'una base dades més clara per veure i calcular les entrades i les sortides de mercat. Serien doncs, els “extractes” de les operacions realitzades.
- Incorporació d'altres eines de l'anàlisi tècnic, entre elles les mitjanes mòbils exponencials i les ponderades.
- Incloure més valors en l'anàlisi.
- Inclusió de millors dades de mercat, donant per veraces les dades que ens proporciona Yahoo Finance, l'anàlisi seria molt més interessant si disposem de dades intradiàries.
- Incorporació dels costos.
- Incorporació de suports i resistències com a mesura d'optimització.
- Buscar una mitjana que serveixi com stop loss, que segueixi el moviment principal sense que el preu l'arribi a tocar.
- Comparació de mitjanes amb altres valors per extreure conclusions sobre mitjanes vàlides en molts escenaris.

7.2.Valors escollits

Per tal de fer el treball més pròxim a la zona, se seleccionaran valors que componen l'Ibex-35, primerament els classificarem per activitats o sectors i seguidament dins de cada sector escollirem el valor que major capitalització tingui.

Pels sectors següents els valors seran els corresponents:

Béns de consum – Grifols

Petroli i energia – Iberdrola

Mat. Bàsics, Indústria i Construcció – ArcelorMittal

Serveis de consum – International Airlines Group

Serveis financers i immobiliaris – Banco Santander

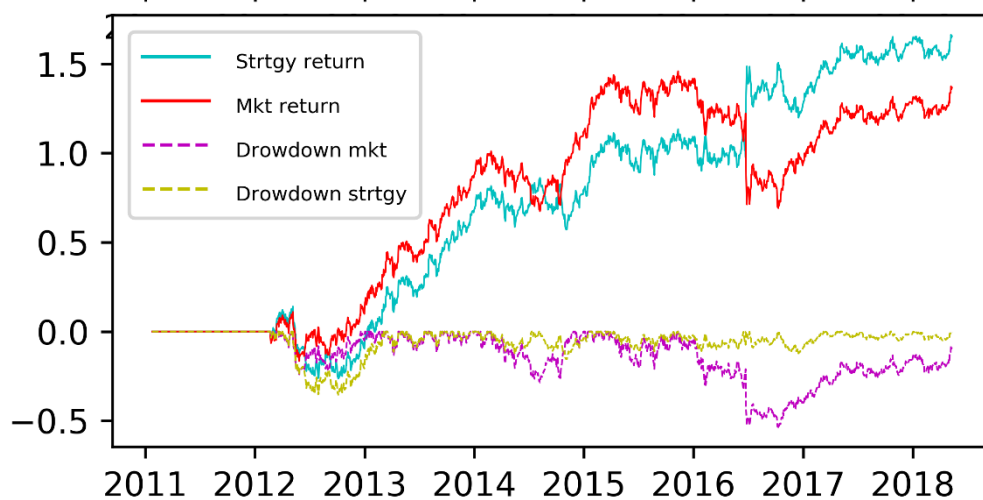
Tecnologia i comunicacions – Telefónica

D'aquesta forma evitem els “chicharros” o valors que cotitzen a baix preu i que per tant ens distorsionarien bastant fer una anàlisi de mitjanes, ja que probablement aquests valors no segueixin patrons de mitjanes per les seves característiques.

Òbviament, no podem tampoc escollir valors nous, ja que no tindríem gràfic històric amb el qual analitzar el seu passat.

7.3. Drawdown

Il·lustració 2. Drawdown exemple



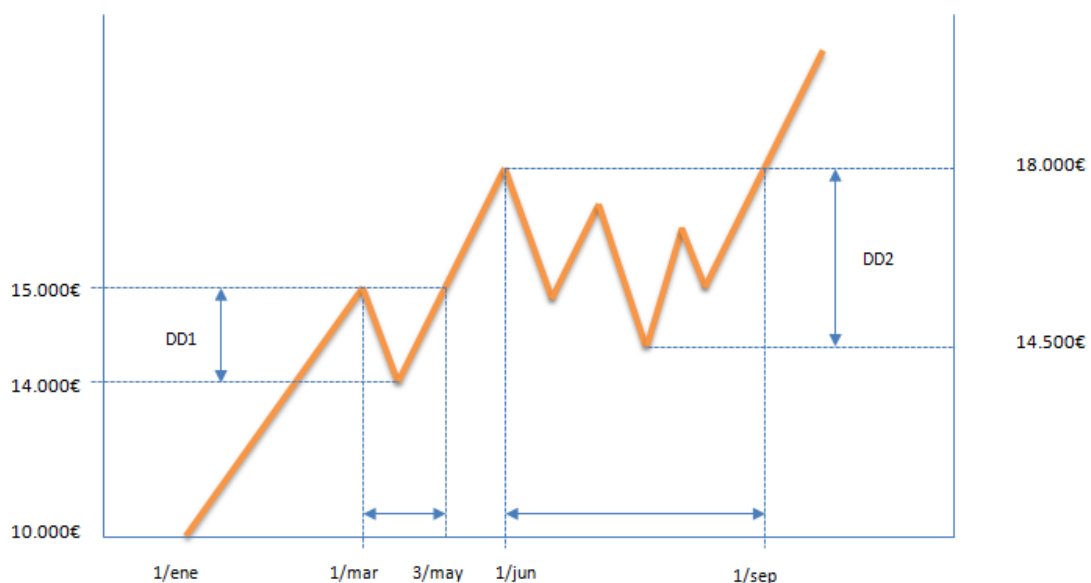
El DD, encara que no és un terme utilitzat en l'operativa habitual en els mercats financers, sí que és força conegut a l'hora d'utilitzar sistemes automàtics de trading, ja que com veurem resulta una eina molt útil.

El que fa el DD és mesurar el risc que ha suportat el nostre mètode de trading, ho fa a través de mirar el retrocés que ha experimentat la nostra cartera o valor respecte de l'últim màxim conegut.

Moltes persones utilitzen el DD històric per ajudar a determinar el risc d'un tipus d'inversions. Fons d'inversió o operadors que han passat per períodes de significatiu DD són considerats més arriscats. És molt probable que els fons o els operadors passin per períodes de retrocés, fins i tot un sistema que sigui profitós al 80% del temps, podria fàcilment experimentar un retrocés fort en un moment concret. Un DD limitat suposa que l'operador ha estat eficaç gestionant el risc.

Mentre que el DD pot ser útil per determinar el risc, té algunes limitacions. En primer lloc, el DD històric no proporciona cap indicació de risc futur i és senzillament una mesura d'actuació passada. Mentre un operador pot tenir un DD històric molt baix, no hi ha cap garantia que el compte gestionat perdi el seu capital l'endemà. D'altra banda el DD té un ús limitat quan intentem avaluar el risc d'un operador, producte o fons recent, pel simple fet que no hi ha gaires dades per donar una fotografia adequada del risc d'una proposta d'inversió.

Un exemple on podem observar el seu funcionament seria el següent:



En aquest cas veiem com la primera caiguda DD1 representa una disminució del 7.14%, el 3 de maig s'assoleixen nous màxims per tant el DD torna a 0 fins a l'1 de juny que s'experimenta una nova davallada produint un DD2 del 24,13%, l'1 de setembre el DD torna a 0, ja que s'assoleixen nous màxims. El MDD d'aquest exemple seria per tant del 24,1%, perquè la davallada percentualment de la cartera és la més gran, encara que en valor monetari no s'hagi arribat al mateix nivell que el DD1.

L'anàlisi del DD (tant en profunditat com en temps) és summament important a l'hora d'avaluar si un determinat sistema de trading és susceptible de ser operat o no, ja que un dels principals errors que cometen molts inversors és preocupar-se únicament del que el sistema guanya històricament, sense tenir en compte el que ha hagut de suportar l'inversor per poder obtenir aquests resultats finals.

La pregunta que ens hem de fer quan estem parlant de DD és si el retorn que ens planteja una proposta d'inversió compensa el risc que s'ha suportat.

Per sortir del DD s'ha de recuperar el nivell de l'últim màxim. A més, has de tenir en compte que el guany necessari per recuperar-se d'un DD sempre és un percentatge major al de la pèrdua soferta.

Pots imaginar la situació: estaves en el màxim del teu capital i després d'algunes operacions estàs molt més a baix. Et dones compte que has perdut diners i això no li agrada a ningú. Llavors comencen les preguntes i els dubtes:

- Estic operant bé?
- Hauré sobreoptimitzat el sistema?
- És significativa aquesta pèrdua?
- Segueix funcionant el meu sistema?
- Sóc de debò un negat pel trading?...

A més en algunes ocasions passar per un DD molt llarg et pot minar molt més la moral que un DD curt i profund.

L'aspecte psicològic del DD és molt important. És veritat que afecta més als operadors discrecionals, però fins i tot utilitzant sistemes de trading automàtics, suportar el DD pot ser difícil.

7.3.1. Màxim Drawdown

Aquest valor mesura la pèrdua de percentatge més gran d'un hipotètic inversor o sistema que podria haver-hi experimentat en la inversió. Això és perquè aquest valor fa una captura del valor del pitjor escenari d'una inversió la qual es va fer al punt més alt i va aguantar la cartera o producte fins al pitjor moment.

El MDD del backtest no representa el risc real del teu sistema. El DD és el resultat d'una combinació d'operacions en pèrdues, d'allí que el MDD històric del backtest és només una probabilitat entre milers.

8. Resultats de l'optimització

En totes les anàlisis començarem comentant les observacions que esdevinguin dels resultats individualment per cada franja de temps, seguidament veurem quin és el còmput global de les millors mitjanes del producte, i finalment comentarem alguns gràfics de les mitjanes anteriors.

Totes les taules mostren en ordre decreixent primers els resultats de les mitjanes ordenades per rendiment, d'altra banda tampoc podem mostrar de cada taula els 22.209 encreuaments de mitjanes que resulten, per tal motiu, s'inclouen com annex en els fitxers amb nom "BestMM...".

L'anàlisi dels resultats es restringeix al càlcul de diversos espais temporals com es comenta al capítol corresponent, les columnes de les taules que en els següents apartats estan analitzades corresponen al següent:

```
GRF.MC | 1994 |
*      Mediac Medial mktreturn mddmkt returnstrtg ntrades mddstrtg
```

* La primera columna de la taula no té cap rellevància.

GRF.MC: Correspon al valor analitzat, en aquest cas Grifols.

1994: Correspon al període des del què s'ha realitzat l'anàlisi, en aquest exemple des de 1994 fins a l'actualitat.

Mediac: Nombre de períodes que ha pres la mitjana curta.

Medial: Nombre de períodes que ha pres la mitjana llarga.

mktreturn: Rendiment que ha obtingut el mercat des de l'inici de la primera operació, estratègia "buy and hold". Seria el benchmark de comparació (al que hi dediquem un subapartat). Veure error esmentat en l'apartat Processament.

mddmkt: Màxim DD suportat en l'estratègia "buy and hold".

returnstrtg: Rendiment obtingut seguint l'estratègia marcada per les mitjanes *Mediac* i *Medial* en el període.

ntrades: Nombre d'encreuaments que es produeixen entre mitjanes, si es multiplica per 2 el resultat i es resta 1, s'obté el nombre total d'operacions de compra o venda realitzades pel sistema.

mddstrtg: Màxim DD que ha suportat l'estratègia d'utilitzar les mitjanes *Mediac* i *Medial*.

Els resultats de les taules estan ordenats de forma decreixent segons la columna *returnstrtg*.

Quan parlem d'anys que ha calculat el sistema, estan totes calculades en data 1 de gener de l'any corresponent, igual forma quan parlem dels resultats fins a la data actual, la data actual contemplada és l'1 de gener de 2018.

En el cas de la taula final (remarcada per una vora gruixuda) les columnes representen el global de la combinatòria dels anteriors resultats.

Tot i que analitzarem mitjançant backtesting els resultats de les millors MM, les dades, nivells i informacions continguts en tot el treball en cap cas suposen una recomanació o incitació a l'operativa i no poden ni han de ser enteses com a recomanacions d'inversió, es tracta d'informació analitzada per un ordinador que podria contenir errors i biaixos juntament amb una valoració personal dels resultats que contemplant el factor humà podrien no ser correctes en la seva totalitat. Cada inversor té les seves característiques i no tots tenim el mateix nivell d'aversion al risc.

8.1.Grifols (GRF)

En el cas de GRF (Grifols) podem observar en totes les taules que molt probablement, utilitzar l'encreuament del preu amb alguna mitjana és una bona opció, per tant estaríem davant d'un dels casos que no és necessari l'encreuament de dues MM per obtenir un bon rendiment. Aquest cas es contemplava en el capítol "Encreuament de mitjanes mòbils".

| GRF.MC 1994 | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|--|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg | |
| 0 | 1 | 40 | 202.467421 | -59.47 | 247.421625 | 189 | -19.10 | |
| 1 | 1 | 41 | 202.467421 | -59.47 | 232.035938 | 193 | -22.15 | |
| 2 | 1 | 42 | 202.467421 | -59.47 | 207.884089 | 195 | -24.80 | |
| 3 | 1 | 43 | 202.467421 | -59.47 | 186.138045 | 197 | -23.88 | |
| 4562 | 13 | 42 | 206.581925 | -59.47 | 185.251908 | 65 | -22.67 | |

| GRF.MC 1998 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 0 | 1 | 40 | 202.467421 | -59.47 | 247.421625 | 189 | -19.10 |
| 1 | 1 | 41 | 202.467421 | -59.47 | 232.035938 | 193 | -22.15 |
| 2 | 1 | 42 | 202.467421 | -59.47 | 207.884089 | 195 | -24.80 |
| 3 | 1 | 43 | 202.467421 | -59.47 | 186.138045 | 197 | -23.88 |
| 4562 | 13 | 42 | 206.581925 | -59.47 | 185.251908 | 65 | -22.67 |

En aquest cas les dues primeres anàlisis (24 anys i 20 anys) donen el mateix resultat, això és pel fet que GRF no va començar a cotitzar fins al maig del 2006 per la qual cosa les anàlisis mencionades estan avaluant el comportament des de 2006 fins a la data actual.

| GRF.MC 2008 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 0 | 1 | 40 | 110.004623 | -59.47 | 191.436277 | 163 | -28.11 |
| 1 | 1 | 41 | 110.004623 | -59.47 | 177.450073 | 165 | -32.33 |
| 2 | 1 | 42 | 110.004623 | -59.47 | 161.979427 | 165 | -34.39 |
| 8 | 1 | 48 | 110.004623 | -59.47 | 145.906057 | 155 | -34.50 |
| 19744 | 53 | 129 | 120.022680 | -49.39 | 139.586193 | 18 | -22.60 |

| GRF.MC 2013 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 0 | 1 | 40 | 55.280684 | -31.42 | 69.828702 | 83 | -30.89 |
| 1 | 1 | 41 | 55.280684 | -31.42 | 66.000443 | 83 | -30.89 |
| 2 | 1 | 42 | 55.280684 | -31.42 | 58.908085 | 83 | -30.89 |
| 4 | 1 | 44 | 55.280684 | -31.42 | 44.852505 | 87 | -34.53 |
| 3 | 1 | 43 | 55.280684 | -31.42 | 41.622089 | 89 | -34.53 |

| GRF.MC 2015 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 14067 | 38 | 47 | 26.721733 | -26.31 | 59.043584 | 19 | -14.33 |
| 1 | 1 | 41 | 31.080644 | -26.31 | 58.538204 | 49 | -15.75 |
| 0 | 1 | 40 | 31.080644 | -26.31 | 57.189529 | 49 | -15.75 |
| 14445 | 39 | 45 | 28.162739 | -26.31 | 56.078065 | 21 | -13.98 |
| 14825 | 40 | 46 | 26.721733 | -26.31 | 54.978999 | 21 | -13.75 |

La MM40 es troba mencionada en moltes publicacions sobre anàlisi tècnic, veiem com en aquest cas, és una mitjana vàlida per tots els espais temporals del valor.

Seguidament analitzarem les posicions en què es troben en la taula final les mitjanes MM53vsMM129 i les de MM39vsMM45 o MM40vsMM46, ja que apareixen com “bones” en alguns dels períodes.

Taula 1. Millors MM GRF (Grifols). Sèries històriques combinades

| Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|--------|--------|-----------|---------|-------------|---------|----------|
| 1 | 40 | 120,260 | -47,228 | 162,660 | 134,600 | -22,590 |
| 1 | 41 | 120,260 | -47,228 | 153,212 | 136,600 | -24,654 |
| 1 | 42 | 120,260 | -47,228 | 137,669 | 137,400 | -26,764 |
| 1 | 43 | 120,607 | -47,228 | 118,542 | 139,600 | -27,644 |
| 1 | 44 | 117,805 | -47,228 | 114,572 | 137,800 | -28,844 |
| 1 | 48 | 119,001 | -47,228 | 108,199 | 129,800 | -32,182 |
| 1 | 45 | 117,805 | -47,228 | 107,851 | 142,200 | -29,034 |
| 1 | 46 | 117,805 | -47,228 | 103,086 | 139,800 | -28,464 |
| 11 | 40 | 116,843 | -47,228 | 101,096 | 59,400 | -32,454 |
| 11 | 41 | 117,253 | -47,228 | 99,923 | 52,200 | -31,568 |

Com podem veure en la taula, la mitjana de 40 o una molt similar és molt important en el valor GRF, ara bé només les tres primeres mitjanes de la taula superen el benchmark (estratègia buy and hold).

Molt probablement, encara que no aconseguim batre el benchmark, utilitzar les estratègies de MM és una millor opció que no fer-ho, l'estratègia buy and hold es manté en el mercat quan es produeixen caigudes, en canvi els encreuaments de MM fan que les nostres posicions estiguin en la mateixa direcció en la qual es preveu que anirà el preu. Per tant, utilitzar-les ens permet gestionar el risc millor, ja que com veiem, el MDD d'utilitzar les mitjanes acostuma a ser més baix que el MDD del benchmark.

Revisant els resultats que segueixen al del TOP10 de la taula, veiem com les mitjanes properes a MM11vsMM40 es tornen a repetir amb petites variacions, així doncs, podríem concloure que unes de les millors mitjanes seria la de 11vs40 i també la del preu amb la de 40.

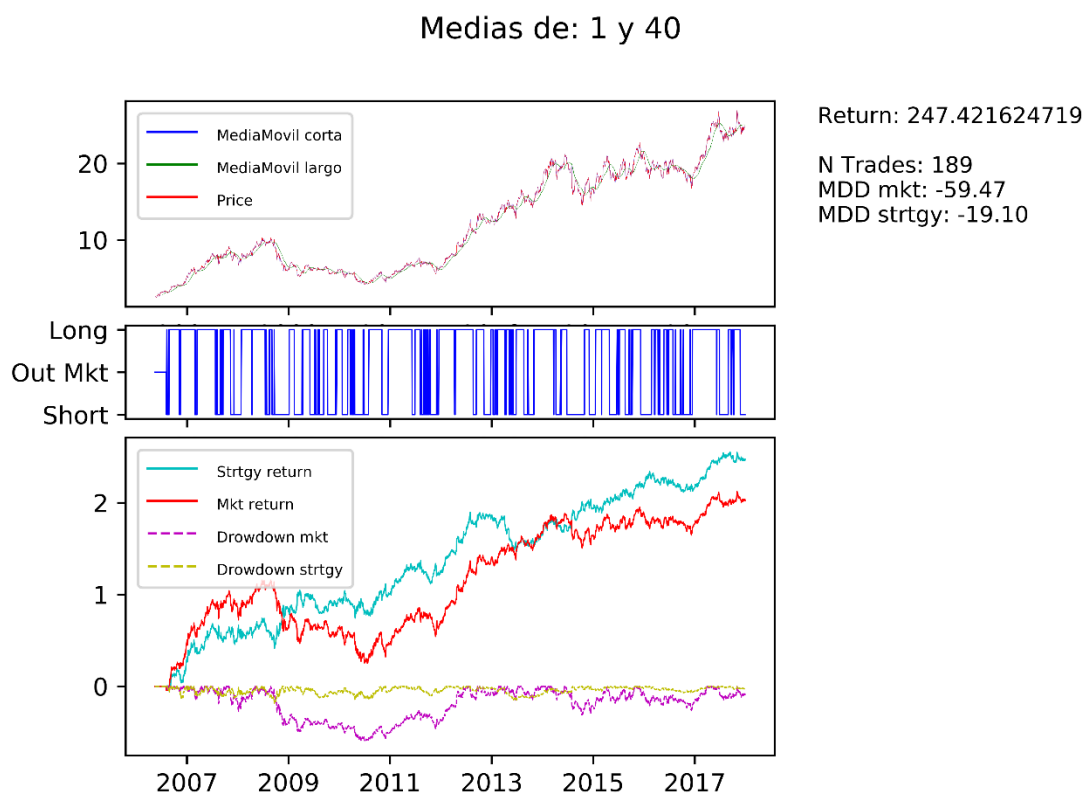
D'altra banda hem d'observar les mitjanes que han semblat funcionar en altres períodes.

- La **MM 53vs129** ha obtingut la posició 65 en la classificació general, amb un rendiment mitjà del 75%, situant-se a un MDD del -27% mentre el del benchmark se situava en un -44,1%. Tot això amb una mitjana de 31 operacions de compra o venda.

- En canvi, les **MM 39vs45** o **MM 40vs46** encara que les veiem que apareixen en el últim espai temporal de l'anàlisi (2015) es situen en les posicions de la classificació general en els llocs 15.473 i 16.730 respectivament, el que ens indica que no s'ha comportat bé en el passat i per tant no poden ser usades com a vàlides.

Com podem veure, encara que una mitjana ens hagi donat bons resultats en un espai temporal no ens assegura que ho seguirà essent en un futur, per tal motiu veiem com és de gran ajuda la mitja global de resultats.

II·lustració 3. Mitjanes mòbils 1 vs 40. GRF.



Un cop veiem el gràfic que genera el sistema, veiem com la mitjana mòbil curta se situa damunt de la línia de preu, i la de 40 la segueix de ben a prop.

Els càlculs per arribar a generar el gràfic i per tant tota la informació que conté estan recollits en el fitxer “Resultado GRF.MC 1994 Medias1vs40.xlsx”.

El principal punt a destacar és l'evolució en els pitjors moments, a finals de 2008 es produeix una davallada del preu, ara bé, la mitja en treu profit i per tant evita que el seu DD baixi i per tant es manté molt estable. L'estabilitat del DD és un punt fort d'aquesta mitjana.

Veiem com en altres casos no ha aprofitat oportunitats bones, com a finals del 2013 en què el mercat es troba en tendència alcista i el sistema opta per posicionaments curts, amb una davallada important del rendiment.

8.2.Iberdrola (IBE)

| IBE.MC 1994 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 20915 | 56 | 208 | 54.387348 | -77.70 | 233.225837 | 17 | -46.30 |
| 20552 | 55 | 208 | 56.407619 | -77.70 | 230.297732 | 17 | -44.02 |
| 20551 | 55 | 207 | 56.407619 | -77.70 | 228.354988 | 17 | -41.63 |
| 20912 | 56 | 205 | 56.407619 | -77.70 | 226.637633 | 17 | -41.63 |
| 20553 | 55 | 209 | 56.407619 | -77.70 | 226.524431 | 17 | -44.02 |

| IBE.MC 1998 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 20915 | 56 | 208 | 54.387348 | -77.70 | 233.225837 | 17 | -46.30 |
| 20552 | 55 | 208 | 56.407619 | -77.70 | 230.297732 | 17 | -44.02 |
| 20551 | 55 | 207 | 56.407619 | -77.70 | 228.354988 | 17 | -41.63 |
| 20912 | 56 | 205 | 56.407619 | -77.70 | 226.637633 | 17 | -41.63 |
| 20553 | 55 | 209 | 56.407619 | -77.70 | 226.524431 | 17 | -44.02 |

En aquest cas, el valor IBE no comença a cotitzar fins gener del 2000. Per tant els càlculs de les dues taules superiors són des de 2000 fins a l'actualitat.

| IBE.MC 2008 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 21865 | 59 | 75 | -37.081597 | -73.00 | 119.401347 | 54 | -49.38 |
| 21503 | 58 | 73 | -38.881540 | -73.11 | 114.418960 | 57 | -41.74 |
| 21506 | 58 | 76 | -37.081597 | -73.00 | 107.258455 | 48 | -52.27 |
| 21862 | 59 | 72 | -39.821495 | -73.11 | 106.386364 | 65 | -45.25 |
| 21276 | 57 | 207 | 15.725146 | -61.48 | 106.103301 | 10 | -23.53 |

| IBE.MC 2013 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 18934 | 51 | 52 | 54.868503 | -19.17 | 70.761133 | 104 | -17.36 |
| 18565 | 50 | 51 | 52.276451 | -19.17 | 69.191649 | 102 | -14.69 |
| 18566 | 50 | 52 | 52.276451 | -19.17 | 58.548926 | 76 | -14.55 |
| 18196 | 49 | 51 | 50.927883 | -19.17 | 58.373296 | 74 | -15.55 |
| 21862 | 59 | 72 | 41.871033 | -19.17 | 57.223887 | 43 | -15.33 |

| IBE.MC 2015 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 14821 | 40 | 42 | 7.120673 | -19.17 | 28.982668 | 55 | -12.35 |
| 21864 | 59 | 74 | 7.303686 | -19.17 | 28.044297 | 20 | -13.17 |
| 21862 | 59 | 72 | 6.540577 | -19.17 | 27.955898 | 26 | -19.10 |
| 21863 | 59 | 73 | 7.771055 | -19.17 | 27.226240 | 22 | -14.98 |
| 21865 | 59 | 75 | 10.072730 | -19.17 | 26.586755 | 20 | -17.00 |

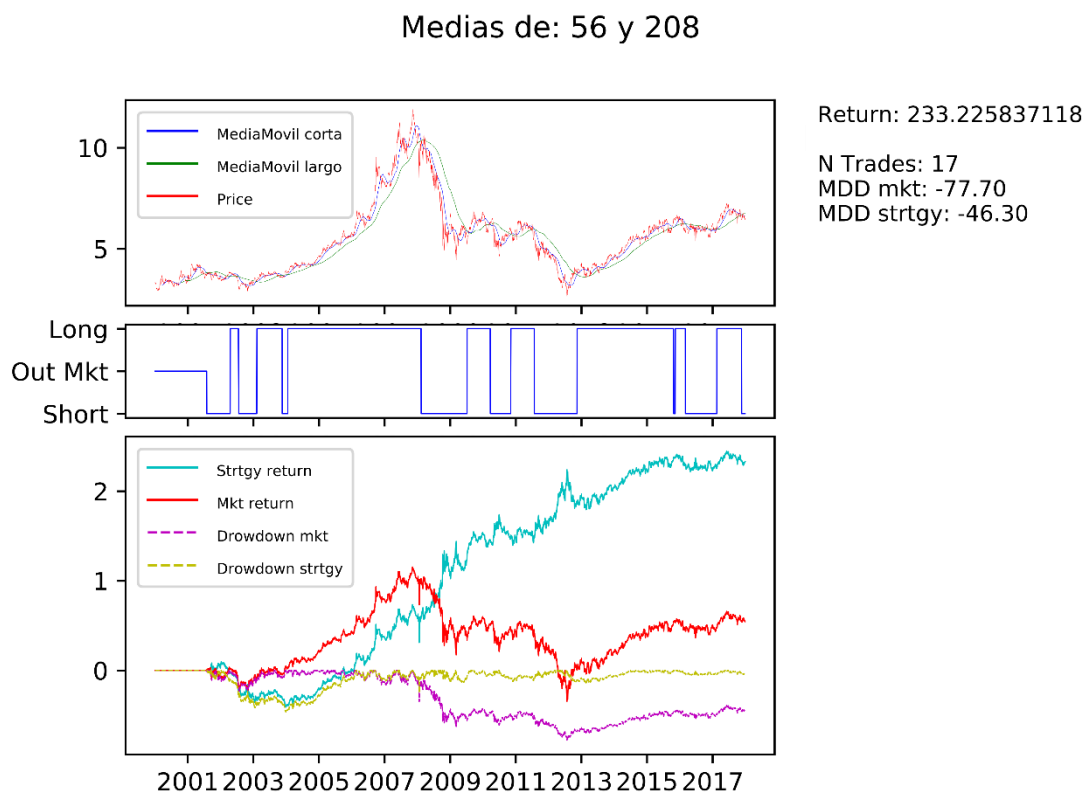
Taula 2. Millors MM IBE (Iberdrola). Sèries històriques combinades

| Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|--------|--------|-----------|---------|-------------|---------|----------|
| 56 | 208 | 25,364 | -51,044 | 112,608 | 10,800 | -30,716 |
| 57 | 205 | 24,348 | -51,044 | 110,192 | 10,800 | -31,296 |
| 55 | 208 | 26,253 | -51,044 | 109,946 | 10,600 | -29,776 |
| 57 | 207 | 24,943 | -51,044 | 109,557 | 10,800 | -32,090 |
| 57 | 206 | 24,941 | -51,044 | 108,834 | 10,800 | -32,274 |
| 55 | 207 | 26,035 | -51,044 | 108,642 | 10,600 | -28,876 |
| 55 | 209 | 26,363 | -51,044 | 108,442 | 10,600 | -29,818 |
| 50 | 230 | 25,779 | -49,048 | 107,877 | 8,800 | -28,760 |
| 56 | 206 | 25,469 | -51,044 | 107,875 | 10,800 | -29,632 |
| 56 | 205 | 26,094 | -51,044 | 107,684 | 10,800 | -29,250 |

En el resultat final veiem com ha acabat ponderant el pes de les línies de **56vs208**, per el seu gran resultat en el període de màxim espai temporal. Per poder saber si aquestes mitjanes són representatives, hem de mirar el posicionament en els espais temporals de curt termini, si mirem el resultat de l'encreuament MM **56vs208** tant en el període des de 2013 com de 2015 veiem que és una mitjana molt pobre, generant en aquests períodes una pèrdua del 4,5%.

Per un altre cantó trobem que els resultats de les mitjanes posteriors al 2008 suggereixen mitjanes amb valors molt propers, això denota una gran volatilitat en el valor, ja que el sistema ha d'ajuntar molt les mitjanes per tal de sortir del mercat amb la més mínima variació del preu. Si anem a buscar aquestes mitjanes en els còmputos globals, l'única que presenta resultats acceptables és la MM **59vs75** en la posició 773, amb un retorn mitjà del 80% i un MDD del -39%.

II·lustració 4. Mitjanes mòbils 56 vs 208. IBE.



Com veiem en el gràfic, s'ha de tenir en compte que el valor ha experimentat una pujada i una posterior baixada molt important per la qual cosa les mitjanes queden molt distorsionades. Aquí es veu la justificació de les mitjanes **56vs208**, aquesta mitja s'ha col·locat en posició compradora durant tota la pujada corresponent a la bombolla i posteriorment en posicions curtes durant tota la caiguda de la crisi.

El càlcul d'aquest gràfic s'ha realitzat d'acord amb el fitxer "Resultado IBE.MC 1994 Medias56vs208.xlsx" que conté totes les operacions (encreuaments, entrades, sortides, DD) del producte per aquestes dues mitjanes.

Degut que s'ha detectat volatilitat en el període (encreuaments de mitjanes molt propers) s'ha optat per repetir l'anàlisi amb un rang més ampli d'encreuaments (MM curtes d'1 a 120 i MM llargues de 20 a 420 per veure si es trobaven millors mitjanes, però tal com podem veure als resultats que s'adjunten en l'Annex 13.3.1 han sorgit noves mitjanes, però de totes elles no en podem extreure bons resultats, continua generant mitjanes properes.

8.3.ArcelorMittal (MTS)

En el cas del valor MTS (ArcelorMittal), observem a les taules que en les combinacions que més resultat obtenen, la mitjana curta sempre és 1, això significa que, MTS no obté millors beneficis pel fet d'utilitzar un encreuament, per tant la millor operativa del MTS seria utilitzar un sol encreuament d'una mitja amb el preu. Com hem vist abans, aquest fet també s'ha donat en el cas de GRF.

Com que en tots els períodes podem observar el mateix comportament, la mitja d'1 (preu) amb una altra mitja entre un rang aproximat de 57-97, només realitzarem una anàlisi final amb el resultat del còmput global.

| MTS.MC 1994 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-------------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 20 | 1 | 60 | -87.162463 | -96.05 | 394.162502 | 172 | -27.98 |
| 17 | 1 | 57 | -84.905891 | -96.05 | 394.083983 | 182 | -30.10 |
| 42 | 1 | 82 | -86.183439 | -96.05 | 379.223045 | 144 | -39.81 |
| 19 | 1 | 59 | -87.162463 | -96.05 | 375.439214 | 172 | -27.98 |
| 57 | 1 | 97 | -120.341726 | -96.05 | 373.037094 | 114 | -33.64 |

| MTS.MC 1998 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-------------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 20 | 1 | 60 | -87.162463 | -96.05 | 394.162502 | 172 | -27.98 |
| 17 | 1 | 57 | -84.905891 | -96.05 | 394.083983 | 182 | -30.10 |
| 42 | 1 | 82 | -86.183439 | -96.05 | 379.223045 | 144 | -39.81 |
| 19 | 1 | 59 | -87.162463 | -96.05 | 375.439214 | 172 | -27.98 |
| 57 | 1 | 97 | -120.341726 | -96.05 | 373.037094 | 114 | -33.64 |

En aquest cas els dos primers anàlisis (24 anys i 20 anys) donen el mateix resultat, això és a causa del fet que MTS no va començar a cotitzar fins a l'any 2006 per la qual cosa les anàlisis mencionades estan avaluant el comportament des de 2006 fins a la data actual. Hem vist abans que aquest fet també es dona en el cas de GRF.

| MTS.MC 2008 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-------------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 57 | 1 | 97 | -150.420456 | -95.45 | 386.580855 | 96 | -22.81 |
| 17 | 1 | 57 | -154.909655 | -95.62 | 381.720830 | 154 | -19.29 |
| 42 | 1 | 82 | -150.420456 | -95.45 | 376.242700 | 110 | -25.40 |
| 58 | 1 | 98 | -150.420456 | -95.45 | 375.576147 | 94 | -22.45 |
| 20 | 1 | 60 | -154.909655 | -95.62 | 371.438539 | 146 | -24.19 |

| MTS.MC 2013 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 42 | 1 | 82 | 35.085008 | -79.93 | 223.372329 | 45 | -30.34 |
| 17 | 1 | 57 | 28.588504 | -79.93 | 220.207653 | 61 | -21.68 |
| 43 | 1 | 83 | 35.085008 | -79.93 | 220.120870 | 47 | -30.34 |
| 57 | 1 | 97 | 34.002671 | -79.93 | 218.028056 | 33 | -27.86 |
| 25 | 1 | 65 | 27.543769 | -79.93 | 217.082534 | 57 | -24.94 |

| MTS.MC 2015 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 37 | 1 | 77 | 39.681830 | -74.77 | 232.519133 | 17 | -16.32 |

| | | | | | | | |
|----|---|----|-----------|--------|------------|----|--------|
| 42 | 1 | 82 | 32.483548 | -72.55 | 230.948360 | 18 | -16.74 |
| 36 | 1 | 76 | 39.681830 | -74.77 | 229.743574 | 17 | -16.32 |
| 43 | 1 | 83 | 32.483548 | -72.55 | 227.696902 | 20 | -16.74 |
| 38 | 1 | 78 | 32.483548 | -72.55 | 226.652570 | 16 | -16.74 |

Taula 3. Millors MM MTS (ArcelorMittal). Sèries històriques combinades

| Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|--------|--------|-----------|---------|-------------|---------|----------|
| 1 | 57 | -51,839 | -88,484 | 319,038 | 122,200 | -23,744 |
| 1 | 82 | -51,044 | -88,006 | 317,802 | 92,200 | -30,420 |
| 1 | 60 | -52,951 | -88,484 | 315,894 | 115,000 | -23,838 |
| 1 | 97 | -64,782 | -87,966 | 313,715 | 72,600 | -27,306 |
| 1 | 79 | -51,044 | -88,006 | 304,687 | 93,800 | -30,992 |
| 1 | 58 | -51,839 | -88,484 | 302,695 | 121,400 | -25,270 |
| 1 | 81 | -51,044 | -88,006 | 302,038 | 96,200 | -32,498 |
| 1 | 96 | -64,782 | -87,966 | 301,518 | 74,200 | -27,546 |
| 1 | 59 | -52,951 | -88,484 | 301,220 | 115,000 | -24,390 |
| 1 | 98 | -65,050 | -87,966 | 300,870 | 72,200 | -30,262 |

Com podem observar, un cop combinades les dades obtenim uns resultats similars als anteriors, les mitjanes mòbils que millor resultat obtenen són les de 57, 82 i 60.

Aquestes mitjanes les podem trobar en el TOP5 de cada una de les taules individuals, la MM 1vs57 es troba en segona posició en totes les anàlisis excepte el últim (3 anys - 2015), que no surt en aquesta taula però es trobaria en la posició 46 en la taula del 2015 amb un rendiment del 205%, 63 operacions i un MDD de -17,5%, mentre que el mercat ha suportat un MDD de -74,7%.

Podríem considerar doncs que en aquest valor les millors estratègies serien les següents:

- **Preu vs MM57**, obtindria un rendiment de 394% en tot el temps que MTS ha estat cotitzant, s'haurien realitzat un total de 363 operacions i s'hauria suportat un risc màxim de 30%. El pitjor rendiment d'aquesta mitjana s'ha obtingut en el període des de 2015 fins a l'actualitat, amb un rendiment de 205%.

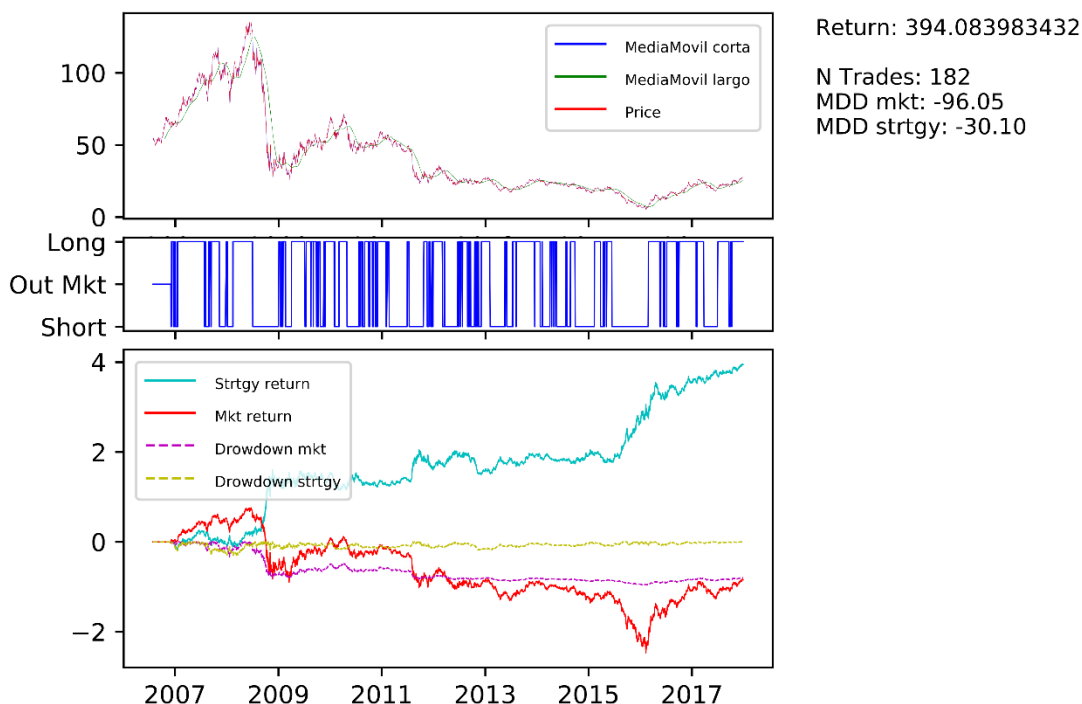
La mitjana de rendiment en els diferents espais temporals es de 319% amb un DD màxim-mig suportat de -23%, mentre el mercat ha suportat una pèrdua del 88% del valor.

- **Preu vs MM82**, obtindria un rendiment de 379% en tot el període des de 2006, amb 287 operacions i un MDD de 39,8%.

En la mitjana dels diferents espais temporals podem trobar que es situa en segona posició, amb un rendiment mitjà de 317%, un total de 183 operacions i un MDD del 30%. El mercat ha suportat unes pèrdues del 88% del valor.

II·lustració 5. Mitjanes mòbils 1 vs 57. MTS.

Medias de: 1 y 57



En aquest cas veiem com el més important és que la mitjana simple de 57 és prou tendencial per agafar els desplaçaments grans (caiguda de 2008 i 2016) i alhora s'allunya suficientment del preu com per mantenir el capital en els períodes laterals (2012-2015).

De nou tornem a veure com, el fet d'utilitzar un sistema de mitjanes ja sigui d'una sola mitjana com en aquest cas ens permet reduir molt el DD.

Els càlculs corresponents al gràfic es poden trobar en el fitxer "Resultado MTS.MC 1994 Medias1vs57.xlsx".

8.4. International Airlines Group (IAG)

En aquest cas veiem clarament unes MM mòbils molt properes, l'única explicació que he pogut trobar a aquest fenomen és la volatilitat del valor. En ser un valor que genera molt soroll (pujades i baixades ràpides) és molt difícil trobar una mitjana que sigui prou ràpida per a no entrar massa tard i prou lenta per a no agafar períodes d'inestabilitat.

| IAG.MC | 1994 | | | | | | |
|--------|--------|--------|-----------|--------|--------------|---------|-----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtgy | ntrades | mddstrtgy |
| 17082 | 46 | 50 | 93.632141 | -53.60 | 303.535818 | 64 | -28.19 |
| 17453 | 47 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 299.653006 | 88 | -27.37 |
| 17824 | 48 | 49 | 98.618723 | -53.60 | 276.800315 | 136 | -37.39 |
| 16706 | 45 | 47 | 95.841782 | -53.60 | 266.178113 | 92 | -39.83 |
| 17081 | 46 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 261.936390 | 74 | -38.85 |

| IAG.MC | 1998 | | | | | | |
|--------|--------|--------|-----------|--------|--------------|---------|-----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtgy | ntrades | mddstrtgy |
| 17082 | 46 | 50 | 93.632141 | -53.60 | 303.535818 | 64 | -28.19 |
| 17453 | 47 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 299.653006 | 88 | -27.37 |
| 17824 | 48 | 49 | 98.618723 | -53.60 | 276.800315 | 136 | -37.39 |
| 16706 | 45 | 47 | 95.841782 | -53.60 | 266.178113 | 92 | -39.83 |
| 17081 | 46 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 261.936390 | 74 | -38.85 |

| IAG.MC | 2008 | | | | | | |
|--------|--------|--------|-----------|--------|--------------|---------|-----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtgy | ntrades | mddstrtgy |
| 17082 | 46 | 50 | 93.632141 | -53.60 | 303.535818 | 64 | -28.19 |
| 17453 | 47 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 299.653006 | 88 | -27.37 |
| 17824 | 48 | 49 | 98.618723 | -53.60 | 276.800315 | 136 | -37.39 |
| 16706 | 45 | 47 | 95.841782 | -53.60 | 266.178113 | 92 | -39.83 |
| 17081 | 46 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 261.936390 | 74 | -38.85 |

| IAG.MC | 2013 | | | | | | |
|--------|--------|--------|-----------|--------|--------------|---------|-----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtgy | ntrades | mddstrtgy |
| 17824 | 48 | 49 | 82.218737 | -53.60 | 216.690980 | 97 | -24.69 |
| 15200 | 41 | 43 | 79.000638 | -53.60 | 206.239757 | 77 | -37.74 |
| 17453 | 47 | 49 | 82.218737 | -53.60 | 205.308988 | 59 | -29.21 |
| 16706 | 45 | 47 | 77.309776 | -53.60 | 202.360830 | 63 | -30.42 |
| 18565 | 50 | 51 | 78.514610 | -53.60 | 202.205003 | 83 | -28.82 |

| IAG.MC | 2015 | | | | | | |
|--------|--------|--------|-----------|--------|--------------|---------|-----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtgy | ntrades | mddstrtgy |
| 18565 | 50 | 51 | -5.863911 | -53.60 | 148.137708 | 61 | -13.62 |
| 17824 | 48 | 49 | -8.271804 | -53.60 | 143.506038 | 71 | -16.33 |
| 15207 | 41 | 50 | -9.611392 | -53.60 | 138.566610 | 29 | -25.29 |
| 15200 | 41 | 43 | -6.539326 | -53.60 | 138.455509 | 53 | -18.99 |
| 17825 | 48 | 50 | -5.301928 | -53.60 | 138.393797 | 39 | -21.51 |

Taula 4. Millors MM IAG (International Airlines Group). Sèries històriques combinades

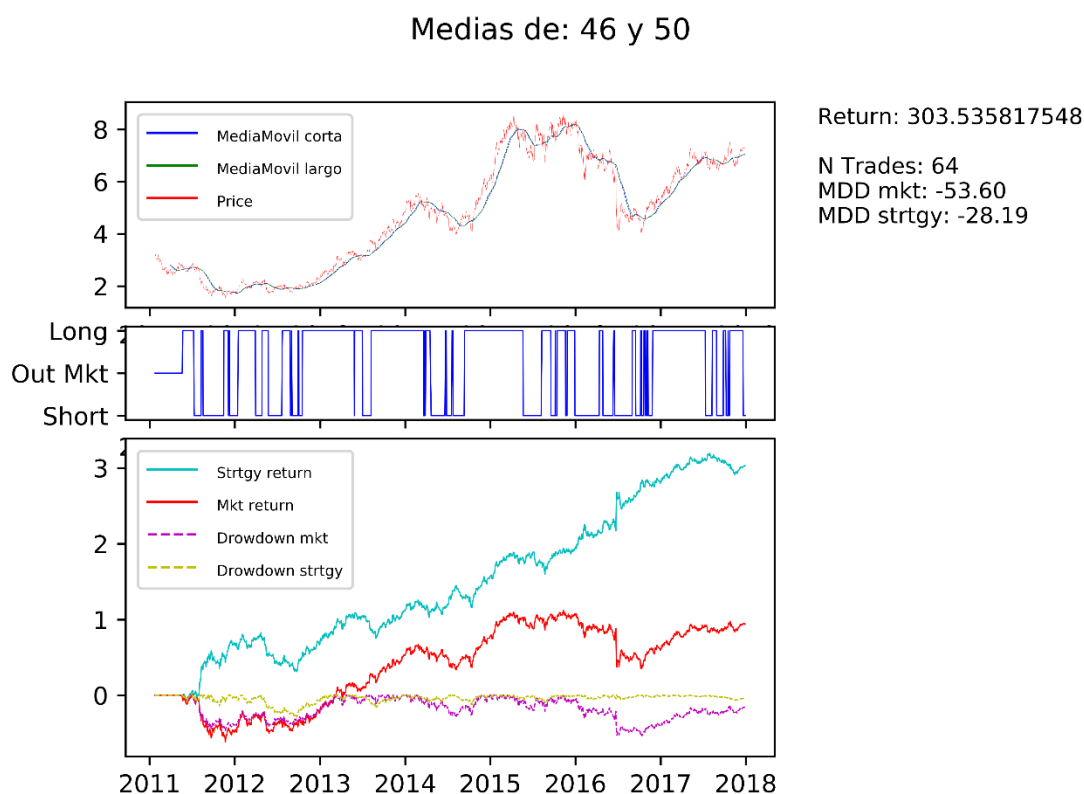
| Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|--------|--------|-----------|---------|-------------|---------|----------|
| 46 | 50 | 71,183 | -53,600 | 246,990 | 53,600 | -28,694 |
| 47 | 49 | 71,101 | -53,600 | 246,913 | 72,800 | -25,660 |
| 48 | 49 | 73,961 | -53,600 | 238,120 | 115,200 | -30,638 |
| 41 | 50 | 72,778 | -53,600 | 224,149 | 44,800 | -33,204 |
| 45 | 47 | 71,244 | -53,600 | 221,181 | 76,800 | -33,980 |
| 46 | 49 | 70,701 | -53,600 | 219,539 | 61,200 | -35,590 |
| 47 | 50 | 74,175 | -53,600 | 214,263 | 59,200 | -32,926 |
| 42 | 50 | 73,179 | -53,600 | 210,241 | 40,800 | -30,112 |
| 43 | 54 | 72,223 | -53,600 | 210,131 | 31,600 | -25,144 |
| 46 | 52 | 75,171 | -53,600 | 207,981 | 40,800 | -31,224 |

Al donar com a resultat dues mitjanes molt properes, aquestes s'adapten més ràpidament a la fluctuació del preu i al mínim moviment que es produeix, la distancia entre les mitjanes s'escurça ràpidament i el valor canvia de direcció amb agilitat.

Tot i aquesta agilitat no considero que la utilització de mitjanes tan properes sigui correcta, ja que les mitjanes no saben identificar la tendència correctament.

Per intentar eliminar possibles biaixos i intentar identificar el motiu de la proximitat de mitjanes s'ha optat per repetir els resultats amb un rang més gran de dades que s'adjunta com Annex 13.3.2.

Il·lustració 6. Mitjanes mòbils 46 vs 50. IAG.



Els càlculs corresponents al gràfic es poden trobar en el fitxer “Resultado IAG.MC 1994 Medias46vs50.xlsx”.

8.5.Banco Santander (SAN)

SAN.MC | 1994 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtgy | ntrades | mddstrtgy |
|-------|--------|--------|------------|--------|--------------|---------|-----------|
| 9505 | 26 | 45 | -63.692345 | -76.04 | 380.123129 | 101 | -27.88 |
| 9504 | 26 | 44 | -63.692345 | -76.04 | 369.682513 | 103 | -31.64 |
| 9884 | 27 | 44 | -59.961640 | -76.04 | 362.237070 | 104 | -34.76 |
| 9883 | 27 | 43 | -58.411137 | -76.04 | 352.574329 | 114 | -31.33 |
| 10263 | 28 | 43 | -59.961640 | -76.04 | 345.463639 | 110 | -35.40 |

SAN.MC | 1998 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtgy | ntrades | mddstrtgy |
|-------|--------|--------|------------|--------|--------------|---------|-----------|
| 9505 | 26 | 45 | -63.692345 | -76.04 | 380.123129 | 101 | -27.88 |
| 9504 | 26 | 44 | -63.692345 | -76.04 | 369.682513 | 103 | -31.64 |
| 9884 | 27 | 44 | -59.961640 | -76.04 | 362.237070 | 104 | -34.76 |
| 9883 | 27 | 43 | -58.411137 | -76.04 | 352.574329 | 114 | -31.33 |
| 10263 | 28 | 43 | -59.961640 | -76.04 | 345.463639 | 110 | -35.40 |

SAN.MC | 2008 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtgy | ntrades | mddstrtgy |
|-------|--------|--------|------------|--------|--------------|---------|-----------|
| 9504 | 26 | 44 | -74.350054 | -74.73 | 253.301442 | 58 | -34.91 |
| 9505 | 26 | 45 | -72.691092 | -74.73 | 248.204042 | 58 | -34.99 |
| 9883 | 27 | 43 | -72.691092 | -74.73 | 244.910358 | 58 | -34.99 |
| 9923 | 27 | 83 | -67.875315 | -72.03 | 240.709205 | 25 | -27.06 |
| 12959 | 35 | 79 | -66.444009 | -72.03 | 235.842901 | 29 | -27.23 |

| SAN.MC 2013 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 21512 | 58 | 82 | -2.908380 | -58.22 | 149.043717 | 16 | -23.59 |
| 21511 | 58 | 81 | -2.908380 | -58.22 | 130.598377 | 16 | -25.06 |
| 21873 | 59 | 83 | -3.430179 | -58.22 | 128.055845 | 16 | -23.94 |
| 21871 | 59 | 81 | -3.430179 | -58.22 | 126.639884 | 16 | -24.64 |
| 21872 | 59 | 82 | -3.430179 | -58.22 | 125.836695 | 16 | -24.66 |

| SAN.MC 2015 | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 12542 | 34 | 42 | -15.383670 | -53.86 | 112.627555 | 26 | -22.56 |
| 14082 | 38 | 62 | -14.735109 | -51.48 | 112.209587 | 9 | -20.54 |
| 9505 | 26 | 45 | -18.907155 | -51.48 | 109.150119 | 17 | -25.83 |
| 12540 | 34 | 40 | -14.347043 | -53.86 | 108.133300 | 36 | -23.53 |
| 12922 | 35 | 42 | -15.383670 | -53.86 | 107.922922 | 28 | -19.41 |

En aquest valor podem veure com segons els espais temporals trobem diferents mitjanes vàlides, tot i que totes aconsegueixen batre amb diferència al benchmark que és negatiu. La millor forma de discernir entre les millors mitjanes és utilitzar la taula final comparativa.

Taula 5. Millors MM SAN (Banco Santander). Sèries històriques combinades

| Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|--------|--------|-----------|---------|-------------|---------|----------|
| 26 | 45 | -43,414 | -67,302 | 243,712 | 61,400 | -29,270 |
| 26 | 44 | -43,041 | -67,778 | 238,943 | 62,400 | -30,846 |
| 27 | 44 | -41,549 | -67,778 | 227,362 | 62,800 | -32,182 |
| 27 | 43 | -40,298 | -67,778 | 226,405 | 66,800 | -30,878 |
| 28 | 42 | -41,263 | -67,778 | 218,486 | 67,600 | -31,970 |
| 27 | 45 | -42,745 | -67,778 | 215,470 | 60,400 | -33,154 |
| 28 | 43 | -41,487 | -67,778 | 214,410 | 65,200 | -33,162 |
| 25 | 45 | -43,226 | -67,302 | 210,330 | 62,200 | -34,292 |
| 29 | 42 | -41,501 | -67,778 | 207,393 | 67,600 | -32,434 |
| 28 | 44 | -41,694 | -67,778 | 206,428 | 62,800 | -31,908 |

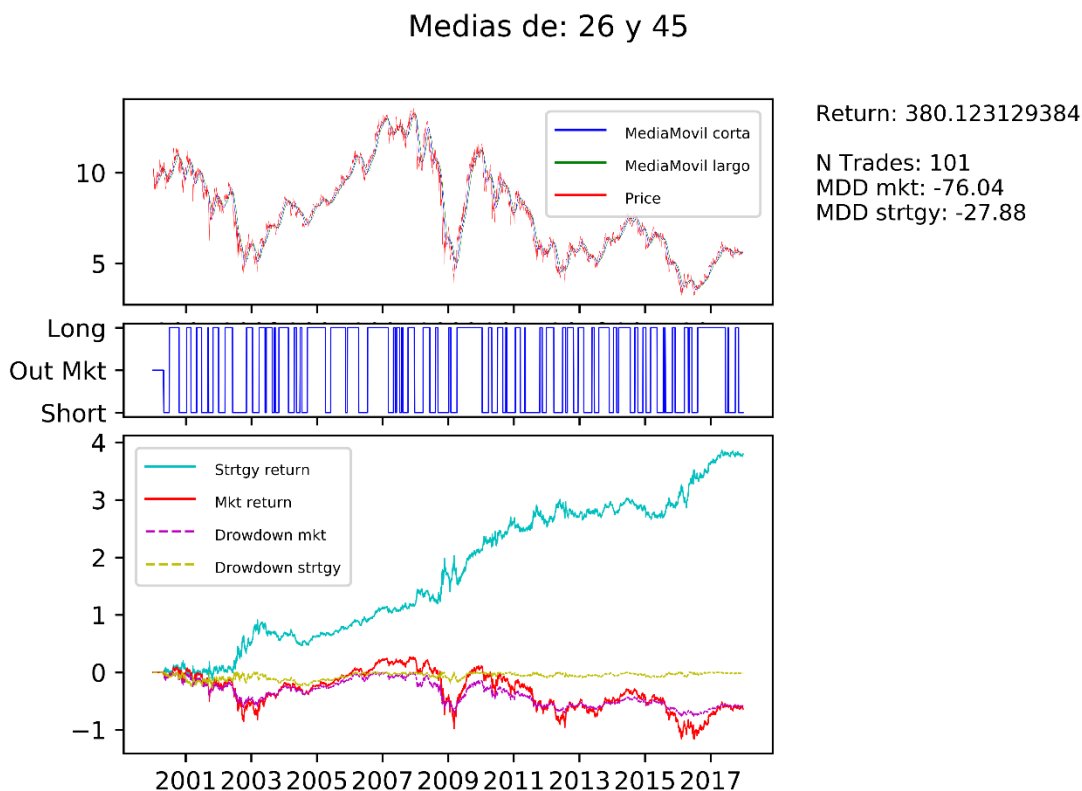
Aquí veiem com encara que ens apareixen les anàlisis dels anys 2013 i 2015 unes mitjanes diferents, ponderen més les històriques.

- **MM 26vs45** (o similars), ja veiem a les taules del 94, del 98, del 2018 i del 2015 com es comporta aquesta mitja l'important és saber com es comporta en les taules que no apareix (2013 i 2015)

El 2013, la mitjana es troba en la posició 549 del rànquing, tot i això presenta un retorn del 100%, l'encreuament de mitjanes només ha suportat un MDD del 29% mentre el mercat n'ha suportat un de 58%.

- **MM 58vs82**, veiem com encara que apareix en la taula del 2013 i obté bon rendiment en 2008 amb una classificació de 647 i un rendiment des del 2008 del 151%, els resultats que presenta durant els últims 20 anys no són bons (-14%).

II·lustració 7. Mitjanes mòbils 26 vs 45. SAN.



El resultat d'aquest encreuament de mitjanes és realment bo, el fet de no trobar-nos amb mitjanes grans (>80) probablement és degut que és un gràfic que permet moviments molt amplis, això fa que necessiti mitjanes adequades a la rapidesa.

Per una banda trobem que l'estratègia en pocs moments perd, doncs s'adapta molt bé en tots els períodes, exceptuant els casos en què es genera un gran volatilitat. Tornem a veure per darrera vegada que el MDD de l'estratègia es manté en posicions molt acceptables.

Els càlculs corresponents al gràfic es poden trobar en el fitxer "Resultado SAN.MC 1994 Medias26vs45.xlsx".

8.6.Telefónica (TEF)

TEF.MC | 1994 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|-------------|--------|-------------|---------|----------|
| 21874 | 59 | 84 | -108.619500 | -72.00 | 211.742563 | 67 | -29.69 |
| 21871 | 59 | 81 | -115.751186 | -72.00 | 198.722649 | 73 | -27.68 |
| 21870 | 59 | 80 | -115.751186 | -72.00 | 196.847293 | 75 | -26.32 |
| 21515 | 58 | 85 | -108.619500 | -72.00 | 195.337181 | 65 | -29.72 |
| 21869 | 59 | 79 | -115.751186 | -72.00 | 193.571987 | 81 | -26.16 |

TEF.MC | 1998 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|-------------|--------|-------------|---------|----------|
| 21874 | 59 | 84 | -108.619500 | -72.00 | 211.742563 | 67 | -29.69 |
| 21871 | 59 | 81 | -115.751186 | -72.00 | 198.722649 | 73 | -27.68 |
| 21870 | 59 | 80 | -115.751186 | -72.00 | 196.847293 | 75 | -26.32 |
| 21515 | 58 | 85 | -108.619500 | -72.00 | 195.337181 | 65 | -29.72 |
| 21869 | 59 | 79 | -115.751186 | -72.00 | 193.571987 | 81 | -26.16 |

El valor comença a cotitzar el gener del 2000 per la qual cosa les dues anàlisis superiors han de donar el mateix, ja que calculen els últims 24 i 20 anys.

TEF.MC | 2008 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|----|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|
| 8 | 1 | 48 | -83.388256 | -60.90 | 122.859350 | 156 | -32.86 |
| 7 | 1 | 47 | -83.388256 | -60.90 | 120.943389 | 158 | -33.39 |
| 19 | 1 | 59 | -84.961430 | -60.90 | 120.425647 | 140 | -40.48 |
| 18 | 1 | 58 | -84.961430 | -60.90 | 119.933260 | 148 | -40.39 |
| 14 | 1 | 54 | -83.388256 | -60.90 | 119.899271 | 148 | -27.13 |

TEF.MC | 2013 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|----|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|
| 9 | 1 | 49 | -26.203285 | -46.09 | 76.407074 | 79 | -15.29 |
| 8 | 1 | 48 | -26.203285 | -46.09 | 76.369711 | 81 | -15.29 |
| 10 | 1 | 50 | -26.203285 | -46.09 | 74.655865 | 83 | -15.29 |
| 7 | 1 | 47 | -26.203285 | -46.09 | 73.562799 | 81 | -15.81 |
| 11 | 1 | 51 | -26.203285 | -46.09 | 72.274609 | 79 | -19.04 |

TEF.MC | 2015 |

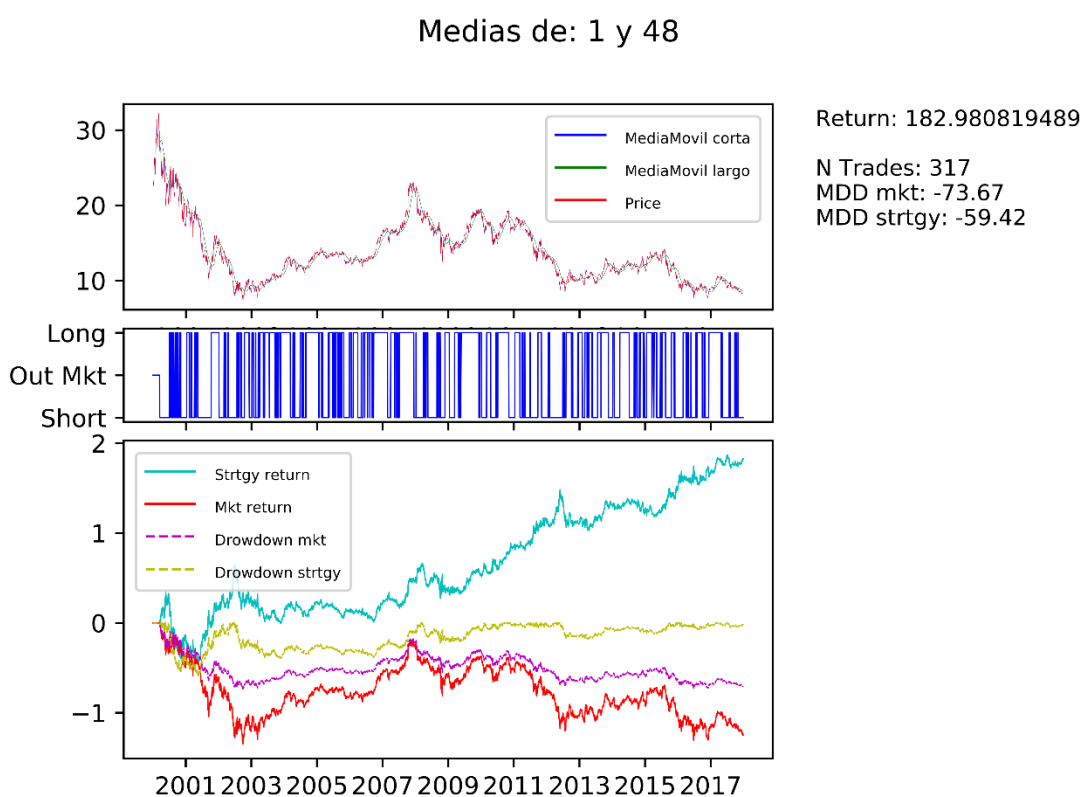
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|----|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|
| 11 | 1 | 51 | -49.432094 | -46.09 | 63.603837 | 43 | -12.62 |
| 76 | 1 | 116 | -45.449944 | -46.09 | 61.872615 | 18 | -13.20 |
| 75 | 1 | 115 | -45.449944 | -46.09 | 61.872615 | 18 | -13.20 |
| 78 | 1 | 118 | -45.449944 | -46.09 | 61.872615 | 18 | -13.20 |
| 77 | 1 | 117 | -45.449944 | -46.09 | 61.872615 | 18 | -13.20 |

En aquest cas exceptuant les dues primeres anàlisis trobem que les mitjanes són molt similars, ara bé, en les dues primeres la mitjana de 1vs48 es troba en la vuitena posició, això significa que també es comporten de forma excel·lent en aquest període.

Taula 6. Millors MM TEF (Telefónica). Sèries històriques combinades

| Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|--------|--------|-----------|---------|-------------|---------|----------|
| 1 | 48 | -81,418 | -60,084 | 124,782 | 183,600 | -36,180 |
| 1 | 49 | -81,418 | -60,084 | 114,865 | 184,400 | -37,678 |
| 1 | 47 | -81,418 | -60,084 | 110,054 | 186,400 | -44,618 |
| 1 | 51 | -81,266 | -60,012 | 108,498 | 183,200 | -39,750 |
| 1 | 50 | -80,857 | -60,012 | 107,610 | 187,200 | -39,624 |
| 1 | 46 | -81,098 | -60,084 | 107,241 | 191,600 | -45,516 |
| 1 | 54 | -71,919 | -58,928 | 106,145 | 176,400 | -43,954 |
| 1 | 58 | -80,908 | -59,936 | 104,844 | 177,600 | -48,286 |
| 1 | 55 | -80,809 | -60,012 | 104,098 | 181,600 | -41,910 |
| 1 | 57 | -80,737 | -59,936 | 101,218 | 177,200 | -45,826 |

Il·lustració 8. Mitjanes mòbils 1 vs 48. TEF.



Veiem doncs que, tot i que genera molts senyals falsos, acaba obtenint un rendiment del 182% però amb un total d'operacions força elevat (633), veiem com en aquest cas inicialment es produeixen DD força considerables, però durant la resta del període es mantenen en nivells molt estables.

Els càlculs corresponents al gràfic es poden trobar en el fitxer “Resultado TEF.MC 1994 Medias1vs48.xlsx”

9. Sobreoptimització

Sobreoptimitzar, en anglès curve-fitting, es produeix quan un sistema està tan adaptat a les condicions de les dades històriques que funciona perfectament en un backtest, però no funciona en el cas real.

Aquests sistemes sobreoptimitzats es caracteritzen perquè semblen deixar de funcionar tan aviat com comencen a operar-los en real.

Quan tenim una idea de trading i volem desenvolupar un sistema a partir d'aquesta idea, l'habitual és testejar com ha funcionat aquesta idea en el passat. Per a això fem el que es diu backtest. En el backtest testegem quins hagueren estat els resultats del nostre sistema durant un període passat. Generalment no estem conformes amb el primer resultat, així que ajustem les condicions i els paràmetres per millorar els resultats del sistema. Amb un programari de trading automàtic resulta molt fàcil fer 1000 backtest en menys de 10 minuts i obtenir moltes combinacions possibles pel mateix sistema. El problema ve quan ens passem i s'acaba sobreoptimitzant.

La sobreoptimització o curve-fitting pot ser causada per:

- Massa regles, paràmetres, filtres, stops i altres restriccions en el sistema.
- No tenir suficients dades històriques per a poder treure conclusions sobre la rendibilitat del sistema.

Alguns dels consells per adonar-se de quan ens estem passant en l'optimització o evitar-la seria començar utilitzant arguments lògics i raonables en el disseny del sistema. Evitar que sigui una única combinació de paràmetres la que resulti ideal. Evitar els pics de guany en els quals si només variem mínimament un paràmetre, el resultat es deteriora de forma notable. Incloure els costos de comissions.

Analitzar la corba de capital del sistema. Especialment aquelles operacions que més guany van donar en el backtest. Aquí ens podem trobar amb casos en els quals una sola operació era la que feia rendible el sistema. Això no és un sistema, és un “pelotazo” i el més possible és que no es torni a produir.

Analitzant els punts on s'ha de ficar especial atenció, penso que el meu sistema no ha estat sobreoptimitzat. En primer lloc, els arguments lògics i raonables resulten evidents en crear un sistema que busca la millor mitjana mòbil. En segon lloc, per tal d'evitar els pics de guany s'ha optat per incloure els diferents espais temporals, que cobreixen totalment aquest biaix.

Durant la creació del sistema i el testeig s'ha optat per utilitzar accions que no són les analitzades finalment en els resultats del treball i alhora que s'ha treballat amb accions de diferents països, per tal de no deixar-se influenciar pels resultats d'un valor concret.

10. Posteriors aplicacions del programari

- Creació de sistema automàtic d'operativa, on al final de cada jornada s'analitzi quina és la posició dels productes escollits i s'avisi de si a l'endemà s'han de produir canvis de posició.
- Publicació del programari complet en versió opensource.
- Millorar el sistema i comercialitzar-lo després d'una extensa fase de testeig i d'afegir més eines com les esmentades en millores futures.

11. Conclusions

L'optimització permet conèixer en més profunditat un mercat o uns valors, en el nostre cas hem escollit les MM, però hi ha molts altres indicadors que podria ser d'utilitat optimitzar-los.

Realitzar el treball m'ha ajudat a resoldre les hipòtesis que se'm plantejàvem alhora que m'ha permès conèixer punts que són d'especial rellevància.

Començarem per alguns dels aspectes que han anat sortint al llarg del treball per acabar resolent les hipòtesis inicials.

L'optimització de mitjanes mòbils és una tasca interessant i gratificant, ja que estem en la cerca d'un equilibri en què no generin falsos senyals (evitar el soroll) i alhora permeti detectar els canvis de tendència.

L'optimització no es recomana per tots els productes, ni tots els inversors. Es tracta d'una especialització de l'anàlisi tècnic, per tal motiu, només es recomana a aquells que vulguin aprofundir més en uns valors en concret, no es recomana per aquells que vulguin aprofitar el màxim rendiment de tots els valors que existeixen al mercat, perquè probablement aplicaran l'optimització sense conèixer o analitzar en profunditat les característiques del producte.

Del meu treball se'n poden fer moltes extensions, les quals vull anar provant al llarg de la meua vida professional, algunes de les mencionades en l'apartat Millores futures del sistema, poden ser de gran interès.

Dels resultats de l'optimització hem extret algunes conclusions.

En primer lloc, veiem com en alguns casos el sistema ens mostra que utilitzar només una mitjana és la millor opció de totes. Cal analitzar-ho per cada valor, però de vegades s'opta erròniament per buscar dues mitjanes quan amb una ja és suficient i així no compliquem el sistema (premissa de sobreoptimització).

En segon lloc, podem observar que utilitzar un sistema d'encreuament de MM permet reduir dràsticament el drawdown, és cert que l'estratègia buy and hold és realment arriscada, ja que no té en compte cap fonament i per tant és lògic que obtingui un major DD. Ara bé, és una forma d'evitar anar contra la tendència del mercat.

En tercer lloc, si bé s'ha optat per repetit dues de les anàlisis a l'haver detectat unes mitjanes molt properes, no hem aconseguit trobar una evidència que justifiqui aquesta proximitat més enllà del fet que, a l'esser productes molt volàtils, es requereixen MM properes per poder sortir com més aviat millor de la posició i entrar en la següent.

Encara que el sistema ens proposi unes mitjanes properes, no considero que la seva utilització sigui correcta, doncs les mitjanes no saben identificar la tendència correctament. Solament són les que millor rendiment han obtingut però al cap i a la fi les calculem totes i es posicionen en un rànquing, per molt que estigui la primera no ens garanteix un bon diagnòstic. En aquests casos la meua opinió és que disposem d'il·limitats valors com a alternativa, millor ens especialitzem o busquem altres que no generin tants dubtes.

Un dels punts també importants és la sobreoptimització, en un inici vaig començar a programar el sistema sense conèixer aquest terme, amb la simple lògica. Tot i que en el meu cas, de forma involuntària, vaig complir tots els consells sobre sobreoptimització, és un tema que no s'hauria de passar per alt mai.

Finalment tractaré d'intentar respondre a les hipòtesis inicials que van enfocar el projecte:

H_0 : Hi ha una mitjana ideal.

No, n'hi ha moltes que es comporten molt bé, per cada producte hi ha diverses opcions de mitjanes, segons el temps de l'anàlisi, segons el risc que un estigui disposat a suportar i segons el nombre d'operacions que vulgui realitzar.

H_0 : Podem trobar una mitjana que s'adapti millor a qualsevol espai temporal d'un valor.

Ho podem intentar, però no en tots els valors ho aconseguirem ni molt menys, a l'estar analitzant valors del Ibex-35 ens trobem amb molts gràfics que tenen una forta pujada durant la bombolla i una davallada durant la crisi. Aquests fets tan bruscos distorsionen molt els resultats i per tant és difícil trobar que la mateixa mitjana serveixi per als últims 3 anys igual que ha servit per als últims 20.

H_0 : Les mitjanes 4, 18, 40 (triple encreuament), 5, 9, 10, 20, 40, 50, 100, 200 són força utilitzades i per tant haurien de tenir bon rendiment.

Les MM de 40, de 60, de 100, de 200 es veuen molt repetides en les anàlisis realitzades, en especial menció per la de 40, que es troba pràcticament a totes. Tot i això per respondre a aquesta pregunta caldria fer una anàlisi de més valors, i un cop analitzats mirar la distribució de les MM per saber quines es repeteixen més en les primeres posicions dels rànquings.

L'optimització és un mecanisme molt interessant per als inversos més avançats, permet obtenir una visió de contrast i si és possible, millorar la forma de gestió. Aquesta anàlisi o derivacions futures d'aquest treball aplicades a altres valors o mercats, poden ser de gran interès per institucions financeres o clients institucionals per tal de millorar la forma de gestió de les carteres. L'avantatge de crear un sistema que analitzi automàticament qualsevol valor, permet que sigui extrapolable amb certa rapidesa.

12. Bibliografia

- Cárpatos, J. (2002). *Leones contra gacelas: manual completo del especulador*. Análisis Global de Mercados.
- Chain, E. (s.f.). *Algorithmic trading: Winning Strategies and their rationale*.
- Chekhlov, & Zabarankin. (2004). Maximum drawdown.
- Cruce de medias móviles: cruce de la muerte vs cruce dorado*. (s.f.). Obtenido de <https://estrategiastrading.com/cruce-de-medias-moviles/> [En línea]. [Consulta: 14 de febrer. 2018]
- Dunis, C., Laws, J., Nam, P., Bouchet, M., Clark, E., Gros Lambert, B., . Webber, N. (s.f.). *Applied Quantitative Methods for Trading and Investment*.
- Durenard, E. (2013). *Professional Automated Trading*.
- edufinet - ¿Cómo se calcula la rentabilidad de un fondo de inversión?* (s.f.). Obtenido de http://www.edufinet.com/index.php?option=com_content&task=view&id=363&Itemid=92 [En línea]. [Consulta: 28 d'abril. 2018]
- Focardi, S., & Fabozzi, F. (2004). *The mathematics of financial modeling and investment management*.
- Gil, J. (2014). ANÁLISIS TÉCNICO: PRINCIPALES HERRAMIENTAS Y ESTUDIO DE SU JUSTIFICACIÓN.
- J. G. van Langevelde. (2016). A comparison of the technical moving average strategy , the momentum strategy and the short term reversal.
- Le Beau, C., & W. Lucas, D. (1992). *Day trading systems and Methods*.
- Leshik, E., & Cralle, J. (2011). *An Introduction to Algorithmic Trading*.
- Media Móvil Simple (SMA) - Mundo-Forex.com*. (s.f.). Obtenido de <https://www.mundo-forex.com/media-movil-simple/> [En línea]. [Consulta: 15 de març. 2018]
- Medias móvil simple, exponencial y ponderada: formulas y ejemplos - Rankia*. (s.f.). Obtenido de <https://www.rankia.cl/blog/analisis-ipsa/2039072-medias-movil-simple-exponencial-ponderada-formulas-ejemplos> [En línea]. [Consulta: 13 de gener. 2018]
- Medias Moviles Simples y Exponenciales*. (s.f.). Obtenido de <https://bolsawallstreet.com/medias-moviles-simples-y-exponenciales/> [En línea]. [Consulta: 13 de gener. 2018]

Michel Harris. (s.f.). *Curve-fitting and Optimization In Trading Strategy Development*.

Obtenido de <https://medium.com/@mikeharrisNY/curve-fitting-and-optimization-in-trading-strategy-development-90fa4a8b3507> [En línia].

[Consulta: 26 de març. 2018]

Murphy, J. (2000). *Análisis técnico de los mercados financieros*.

Qué medias móviles utilizar y cómo, técnicas de trading / Ismael De La Cruz. (s.f.).

Obtenido de <https://www.ismaeldelacruz.es/que-medias-moviles-utilizar-y-como-tecnicas-de-trading/> [En línia]. [Consulta: 15 de gener. 2018]

Rolf. (s.f.). *What Is The Best Moving Average And The Best Indicator Setting For Your Trading?* - Tradeciety Trading Academy. Obtenido de

<https://www.tradeciety.com/what-is-the-best-moving-average-and-the-best-indicator-setting-for-your-trading/> [En línia]. [Consulta: 28 de març. 2018]

Ruiz, V., Pérez, M., & Olasolo, A. (2008). Análisis de la eficacia de las medias móviles en el mercado intradiario de renta variable español. *Universidad, Sociedad y Mercados Globales*, 56-68.

Simple Moving Average (SMA). (s.f.). Obtenido de

<https://www.investopedia.com/terms/s/sma.asp> [En línia]. [Consulta: 15 de febrer. 2018]

Van Vliet, B., & Hendry, R. (s.f.). *Modeling Financial Markets*.

13. Annexos

13.1. Fitxers Excel

Per cada valor hi ha una carpeta amb els seus fitxers, en el cas de les anàlisis repetits tenim dues carpetes amb el sufix "v2". Dins de les carpetes hi ha 3 tipus de fitxers adjunts.

En els nombrats com BestMM-GRF.MC.1-60vs40-420, el nom del fitxer ens indica diverses coses que es refereixen a les taules generals (BestMM), que són les mitjanes del producte Grifols en aquest cas (GRF.MC) i que s'ha utilitzat el rang (1-60) per les MM curtes i el rang (40-420) per les MM llargues. Dins es pot trobar el resultat de cada mitjana en cada espai temporal en fulles separades i un full final anomenat "Merging" que conté una mitjana global de cada mitja en els diferents espais temporals, aquesta última és la que apareix l'apartat Resultats de l'optimització com a taula final en les anàlisis de cada valor.

Les dades inicials de cada producte es troben en les tres primeres columnes dels Excels del càlcul de la millor mitjana "Resultado PRODUCTE 1994 Medias XvsX.xlsx". En aquest mateix document també podem trobar tots els càlculs que el sistema ha fet seguint la metodologia de l'apartat Processament de la millor mitjana.

El sistema és ràpid processant les dades i obtenint els resultats finals, però és lent escrivint-les en fitxers i generant gràfics, per tal motiu només s'han generat els gràfics de les millors mitjanes de cada espai temporal i els Excels complets de les millors mitjanes de les dades combinades. Els gràfics s'identifiquen amb el nom "PRODUCTE ANY MMcvvsMML.png"

13.2. Imatges Resultat de Mitjanes

13.3. Taules de rang ampliat

13.3.1. Iberdrola. Anàlisi ampliat MM 1-120vs20-420

| IBE.MC | 1994 | | | | | | |
|--------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
| 21485 | 56 | 208 | 54.387348 | -77.70 | 233.225837 | 17 | -46.30 |
| 21122 | 55 | 208 | 56.407619 | -77.70 | 230.297732 | 17 | -44.02 |
| 37362 | 103 | 152 | 68.083933 | -77.70 | 228.680294 | 29 | -35.01 |
| 21121 | 55 | 207 | 56.407619 | -77.70 | 228.354988 | 17 | -41.63 |
| 21482 | 56 | 205 | 56.407619 | -77.70 | 226.637633 | 17 | -41.63 |

| IBE.MC | 1998 | | | | | | |
|--------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |

| | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----------|--------|------------|----|--------|
| 21485 | 56 | 208 | 54.387348 | -77.70 | 233.225837 | 17 | -46.30 |
| 21122 | 55 | 208 | 56.407619 | -77.70 | 230.297732 | 17 | -44.02 |
| 37362 | 103 | 152 | 68.083933 | -77.70 | 228.680294 | 29 | -35.01 |
| 21121 | 55 | 207 | 56.407619 | -77.70 | 228.354988 | 17 | -41.63 |
| 21482 | 56 | 205 | 56.407619 | -77.70 | 226.637633 | 17 | -41.63 |

IBE.MC | 2008 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|
| 38573 | 107 | 109 | -28.147087 | -71.46 | 179.999631 | 127 | -20.68 |
| 34752 | 95 | 98 | -34.703107 | -71.46 | 174.901669 | 118 | -20.23 |
| 34118 | 93 | 113 | -32.042196 | -71.46 | 173.953753 | 44 | -20.44 |
| 38262 | 106 | 110 | -31.365756 | -71.46 | 163.217897 | 89 | -20.62 |
| 39195 | 109 | 110 | -25.902457 | -71.46 | 162.044833 | 164 | -18.33 |

IBE.MC | 2013 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| 25272 | 67 | 68 | 42.579419 | -19.17 | 111.149569 | 98 | -10.59 |
| 25273 | 67 | 69 | 41.823986 | -19.17 | 106.548096 | 72 | -14.15 |
| 24921 | 66 | 69 | 42.579419 | -19.17 | 98.353761 | 60 | -12.46 |
| 24568 | 65 | 69 | 42.579419 | -19.17 | 97.076078 | 62 | -12.59 |
| 23505 | 62 | 71 | 42.579419 | -19.17 | 95.164711 | 41 | -12.95 |

IBE.MC | 2015 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| 25272 | 67 | 68 | 6.540577 | -19.17 | 69.947333 | 65 | -12.55 |
| 25273 | 67 | 69 | 6.540577 | -19.17 | 62.873997 | 51 | -19.42 |
| 23150 | 61 | 73 | 7.303686 | -19.17 | 55.620375 | 28 | -11.42 |
| 24920 | 66 | 68 | 5.472103 | -19.17 | 54.693513 | 51 | -14.13 |
| 24921 | 66 | 69 | 6.540577 | -19.17 | 53.963620 | 41 | -16.15 |

Taula 7. Millors MM IBE (Iberdrola). Sèries històriques combinades. Segona versió

| Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|--------|--------|-----------|---------|-------------|---------|----------|
| 67 | 68 | 29,005 | -53,348 | 129,426 | 208,200 | -38,916 |
| 111 | 125 | 31,137 | -53,040 | 125,306 | 47,400 | -24,824 |
| 112 | 124 | 31,766 | -53,040 | 121,851 | 50,600 | -28,566 |
| 103 | 152 | 32,309 | -49,048 | 121,386 | 18,800 | -24,010 |
| 113 | 125 | 32,047 | -53,040 | 119,773 | 48,600 | -30,978 |
| 113 | 123 | 32,350 | -53,040 | 118,898 | 55,800 | -29,782 |
| 113 | 124 | 31,964 | -53,040 | 118,657 | 51,800 | -30,278 |
| 110 | 123 | 32,562 | -53,040 | 118,405 | 48,600 | -26,550 |
| 112 | 125 | 31,181 | -53,040 | 118,156 | 47,000 | -27,758 |

13.3.2. International Airlines Group. Anàlisi ampliat MM 1-120vs20-420

IAG.MC | 1994 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| 17652 | 46 | 50 | 93.632141 | -53.60 | 303.535818 | 64 | -28.19 |
| 18023 | 47 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 299.653006 | 88 | -27.37 |
| 18394 | 48 | 49 | 98.618723 | -53.60 | 276.800315 | 136 | -37.39 |
| 17276 | 45 | 47 | 95.841782 | -53.60 | 266.178113 | 92 | -39.83 |
| 17651 | 46 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 261.936390 | 74 | -38.85 |

IAG.MC | 1998 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| 17652 | 46 | 50 | 93.632141 | -53.60 | 303.535818 | 64 | -28.19 |
| 18023 | 47 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 299.653006 | 88 | -27.37 |

| | | | | | | | |
|-------|----|----|-----------|--------|------------|-----|--------|
| 18394 | 48 | 49 | 98.618723 | -53.60 | 276.800315 | 136 | -37.39 |
| 17276 | 45 | 47 | 95.841782 | -53.60 | 266.178113 | 92 | -39.83 |
| 17651 | 46 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 261.936390 | 74 | -38.85 |

IAG.MC | 2008 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| 17652 | 46 | 50 | 93.632141 | -53.60 | 303.535818 | 64 | -28.19 |
| 18023 | 47 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 299.653006 | 88 | -27.37 |
| 18394 | 48 | 49 | 98.618723 | -53.60 | 276.800315 | 136 | -37.39 |
| 17276 | 45 | 47 | 95.841782 | -53.60 | 266.178113 | 92 | -39.83 |
| 17651 | 46 | 49 | 93.632141 | -53.60 | 261.936390 | 74 | -38.85 |

IAG.MC | 2013 |

| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| 18394 | 48 | 49 | 82.218737 | -53.60 | 216.690980 | 97 | -24.69 |
| 15770 | 41 | 43 | 79.000638 | -53.60 | 206.239757 | 77 | -37.74 |
| 18023 | 47 | 49 | 82.218737 | -53.60 | 205.308988 | 59 | -29.21 |
| 17276 | 45 | 47 | 77.309776 | -53.60 | 202.360830 | 63 | -30.42 |
| 19135 | 50 | 51 | 78.514610 | -53.60 | 202.205003 | 83 | -28.82 |

IAG.MC | 2015 |

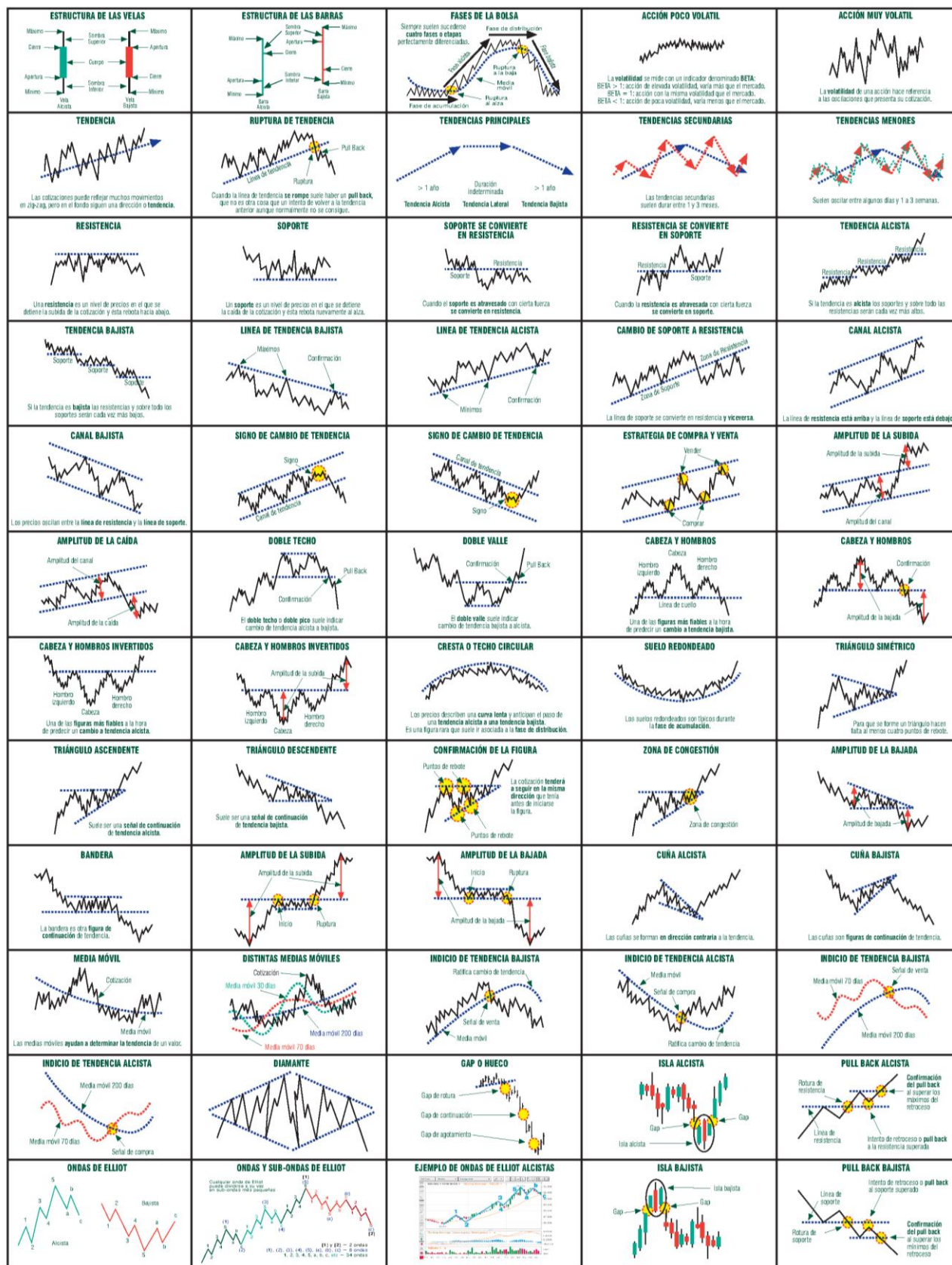
| | Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|-------|--------|--------|-----------|--------|-------------|---------|----------|
| 19135 | 50 | 51 | -5.863911 | -53.60 | 148.137708 | 61 | -13.62 |
| 18394 | 48 | 49 | -8.271804 | -53.60 | 143.506038 | 71 | -16.33 |
| 15777 | 41 | 50 | -9.611392 | -53.60 | 138.566610 | 29 | -25.29 |
| 15770 | 41 | 43 | -6.539326 | -53.60 | 138.455509 | 53 | -18.99 |
| 18395 | 48 | 50 | -5.301928 | -53.60 | 138.393797 | 39 | -21.51 |

Taula 8. Millors MM IAG (International Airlines Group). Sèries històriques combinades. Segona versió

| Mediac | Medial | mktreturn | mddmkt | returnstrtg | ntrades | mddstrtg |
|--------|--------|------------|--------|-------------|---------|----------|
| 46 | 50 | 71,1833551 | -53,6 | 246,989707 | 53,6 | -28,694 |
| 47 | 49 | 71,1014265 | -53,6 | 246,913361 | 72,8 | -25,66 |
| 48 | 49 | 73,9606206 | -53,6 | 238,119593 | 115,2 | -30,638 |
| 41 | 50 | 72,7781897 | -53,6 | 224,149384 | 44,8 | -33,204 |
| 45 | 47 | 71,2440791 | -53,6 | 221,181166 | 76,8 | -33,98 |
| 46 | 49 | 70,7007538 | -53,6 | 219,53879 | 61,2 | -35,59 |
| 47 | 50 | 74,1753044 | -53,6 | 214,263361 | 59,2 | -32,926 |
| 42 | 50 | 73,1788624 | -53,6 | 210,240996 | 40,8 | -30,112 |
| 43 | 54 | 72,2225169 | -53,6 | 210,131123 | 31,6 | -25,144 |
| 46 | 52 | 75,1712408 | -53,6 | 207,980678 | 40,8 | -31,224 |

13.1. Figures d'anàlisi tècnic¹

FIGURES D'ANÀLISI TÈCNIC



Cortesía de cosasdedinero.com

¹ http://cosasdedinero.com/descargas/CHULETA_ANALISIS_TECNICO.pdf